

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2587398号

(45)発行日 平成9年(1997)3月5日

(24)登録日 平成8年(1996)12月5日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	
G 0 2 F 1/1335	5 1 0		G 0 2 F 1/1335	5 1 0

請求項の数8 (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平7-157028

(22)出願日 平成7年(1995)5月31日

(65)公開番号 特開平8-50206

(43)公開日 平成8年(1996)2月20日

(31)優先権主張番号 特願平6-118961

(32)優先日 平6(1994)5月31日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平6-286363

(32)優先日 平6(1994)11月21日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

早期審査対象出願

(73)特許権者 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 伊藤 祥士

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 中村 卓

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 森 裕行

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

(74)代理人 弁理士 柳川 泰男

審査官 高島 喜一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学補償シート、液晶表示装置及びカラー液晶表示装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明支持体及びその上に設けられた光学異方層からなる光学補償シートであって、該光学異方層が、ディスコティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であり、そして該ディスコティック構造単位の円盤面が、透明支持体面に対して傾いており、且つ該ディスコティック構造単位の円盤面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向において変化していることを特徴とする光学補償シート。

【請求項2】 該角度が、光学異方層の深さ方向において光学異方層の底面からの距離の増加と共に増加している請求項1に記載の光学補償シート。

【請求項3】 該光学異方層が、さらにセルロースエステルを含んでいる請求項1に記載の光学補償シート。

【請求項4】 透明支持体が、光学的に負の一軸性を有

2

し、かつ該透明支持体面の法線方向に光軸を有し、さらに下記の条件：

$$20 \leq \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \} \times d \leq 400$$

(但し、 $n_x$ 及び $n_y$ は支持体の面内の主屈折率を表わし、 $n_z$ は厚み方向の主屈折率を表わし、 $d$ は、支持体の厚さを表わし、そして上記式の単位はnmである)を満足する請求項1に記載の光学補償シート。

【請求項5】 光学異方層と透明支持体との間に、配向膜が形成されている請求項1に記載の光学補償シート。

【請求項6】 配向膜がポリマーの硬化膜からなる請求項5に記載の光学補償シート。

【請求項7】 一対の透明電極付きの基板と、その基板間に封入されたねじれ配向したネマチック液晶とからなる液晶セル、液晶セルの両側に設けられた一対の配向板、及び液晶セルと配向板との間に設けられた光学補償

シートからなる液晶表示装置において、該光学補償シートが、透明支持体およびその上に設けられた光学異方層からなり、そして該光学異方層は、ディスコティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であり、さらに該ディスコティック構造単位の円盤面が、透明支持体面に対して傾いており、且つ該ディスコティック構造単位の円盤面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向において変化していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】 透明電極、画素電極およびカラーフィルタを有する一対の基板と、その基板間に封入されたねじれ配向したネマチック液晶とからなる液晶セル、液晶セルの両側に設けられた一対の配向板、及び液晶セルと配向板との間に設けられた光学補償シートからなるカラー液晶表示装置において、

該光学補償シートが、透明支持体およびその上に設けられた光学異方層からなり、そして該光学異方層は、ディスクティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であり、さらに該ディスコティック構造単位の円盤面が、透明支持体面に対して傾いており、且つ該ディスコティック構造単位の円盤面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向に変化していることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光学補償シート、及び光学補償シートを有する液晶表示装置及びカラーの液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】デスクトップ型パーソナルコンピュータおよびワードプロセッサ等のOA機器の表示装置としては、CRT (cathode ray tube) がこれまで主に使用されてきた。最近、液晶表示装置（以下LCDと称す）が、薄型で、軽量、また消費電力が小さいことからCRTの代わりに広く使用されている。LCDは、一般に液晶セルとその両側に設けられた一対の偏光板からなる。このようなLCDの多くはねじれネマチック液晶が用いられている。

【0003】LCDの表示方式は大きく複屈折モードと旋光モードに分けることができる。複屈折モードを利用する超ねじれ（スーパーツイスティッド）ネマチック液晶表示装置（以下STN-LCDと称す）は、90度を超えるねじれ角及び急峻な電気光学特性を有するスーパーツイスティッドネマチック液晶を用いている。このため、このようなSTN-LCDは、時分割駆動による大容量の表示が可能である。しかしながら、STN-LCDは、応答速度が遅い（数百ミリ秒）、階調表示が困難との問題があることから、能動素子を使用した液晶表示装置（例、TFT-LCD及びMIM-LCD）の表示特性に比べて劣っている。TFT-LCD及びMIM-

LCDにおいては、90度のねじれ角および正の複屈折を有するねじれネマチック液晶が、画像を表示するために使用されている。TN-LCDの表示モードでは、高速応答性（数十ミリ秒）及び高いコントラストが得られる。従って、旋光モードは、複屈折モードや他のモードに比べて多くの点で有利である。しかしながら、TN-LCDは、表示色や表示コントラストが液晶表示装置を見る時の角度によって変化するため（視野角特性）、その表示特性はCRTのレベルには至っていない。

【0004】上記視野角特性を改善するため（即ち、視野角の拡大）、一対の偏光板と液晶セルとの間に位相差板（光学補償シート）を設けるとの提案が、特開平4-229828号公報及び特開平4-258923号公報に記載されている。上記公報で提案されている位相差板は、液晶セルに対して垂直方向の位相差はほぼ0であるため真正面からは何ら光学的作用を与えないが、傾けた時に位相差が発現し、これで液晶セルで発生する位相差を補償するものである。この位相差が、表示画像の着色や消失等の好ましくない視野角特性をもたらしている。このような光学補償シートとしては、ネマチック液晶の正の複屈折を補償するように負の複屈折を有し、かつ光軸が傾いているシートが有効である。

【0005】特開平6-75115号公報及びEP0576304A1には、負の複屈折を有し、かつ光軸が傾いている光学補償シートが開示されている。即ち、上記シートは、ポリカーボネートやポリエステル等のポリマーを延伸することにより製造され、そしてシートの法線から傾いた主屈折率の方向を持つ。延伸処理により上記シートを製造するには、極めて複雑な延伸処理が必要とされるため、大面積の光学補償シートを開示されている方法で製造することは極めて困難である。

【0006】一方、液晶性ポリマーを用いたもの知られている。例えば、特開平3-9326号公報及び特開平3-291601号公報には、液晶性を有するポリマーを支持フィルム上の配向膜表面に塗布することにより得られる光学補償シートが開示されている。しかしながら、液晶性を有するポリマーは、配向膜上で十分な配向を示さないため、全ての方向において視野角をほとんど拡大することができない。また特開平5-215921号公報には、支持体と液晶性及び正の複屈折を有する重合性棒状化合物からなる光学補償シート（複屈折板）が開示されている。この光学補償シートは、重合性棒状化合物の溶液を支持体に塗布、加熱硬化することにより得られる。しかしながら、この液晶性を有するポリマーは、複屈折を持たないため、全方向視野角をほとんど拡大することができない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、容易に製造することができかつ視野角が拡大した光学補償シートを提供することにある。また、本発明の目的は、容

易に製造することができ、そして負の負屈折を有しかつシートの法線から傾斜した方向にレターデーションの最小値を有する光学補償シートを提供することにある。さらに、本発明の目的は、視野角が拡大し、そして視角変化による、コントラスト低下、階調または黒白反転、および色相変化等がほとんど発生することのない光学補償シートを有する液晶表示装置を提供することにある。さらに、本発明の目的は、視野角が拡大し、そして視角変化による、コントラスト低下、階調または黒白反転、および色相変化等がほとんど発生することのない光学補償シートを有するカラー液晶表示装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明支持体及びその上に設けられた光学異方層からなる光学補償シートであって、該光学異方層は、ディスコティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であり、そして該ディスコティック構造単位の円盤面（以下、単に「面」とも言う）が、透明支持体面に対して傾いており、且つ該ディスコティック構造単位の円盤面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向において変化していることを特徴とする光学補償シートにある。

【0009】上記光学補償シートの好ましい態様は下記のとおりである。

1) 該角度が、光学異方層の深さ方向において光学異方層の底面からの距離の増加と共に増加している上記光学補償シート。

2) 該角度が、5～85度の範囲で変化する上記光学補償シート。

3) 該角度の最小値が、0～85度の範囲（好ましくは5～40度）にあり、その最大値が5～90度の範囲（好ましくは30～85度）にある上記光学補償シート。

4) 該角度の最小値と最大値との差が、5～70度の範囲（好ましくは10～60度）にある上記光学補償シート。

5) 該角度が、光学異方層の深さ方向でかつ光学異方層の底面からの距離の増加と共に連続的に変化（好ましくは増加）している上記光学補償シート。

6) 光学異方層が、さらにセルロースエステルを含んでいる上記光学補償シート。

7) 光学異方層が、さらにセルロースアセテートブチレートを含んでいる上記光学補償シート。

8) 光学異方層のヘイズが、5.0以下である上記光学補償シート。

9) 光学異方層が、モノドメインまたは0.1μm以下のサイズの多数のドメインを形成している上記光学補償シート。

10) 透明支持体が、光学的に負の一軸性を有し、かつ

該透明支持体面の法線方向に光軸を有し、さらに下記の条件：

$$2.0 \leq \{(n_x + n_y) / 2 - n_z\} \times d \leq 4.00$$

（但し、 $n_x$ 及び $n_y$ は支持体の面内の主屈折率を表わし、 $n_z$ は厚み方向の主屈折率を表わし、 $d$ は、支持体の厚さを表わし、そして上記式の単位はnmである）を満足する上記光学補償シート。

11) 光学異方層と透明支持体との間に、配向膜（好ましくはポリマーの硬化膜）が形成されている上記光学補償シート。

12) 光学異方層と配向膜との間に、下塗層が形成されている上記10)の光学補償シート。

13) 光学異方層上に、保護層が形成されている上記の光学補償シート。

14) 光学異方層が、光学補償シートの法線方向から傾いた方向に、0以外のレターデーションの絶対値の最小値を有する上記光学補償シート。

15) 透明支持体が、80%以上の光透過率を有しかつその光軸を支持体の法線方向に有する上記光学補償シート。

16) 該配向膜が、ラビング処理されたポリマー層である上記11)光学補償シート。

17) 該配向膜が、無機化合物を斜め蒸着することにより得られる蒸着膜である上記11)光学補償シート。

【0010】また、本発明は、一対の透明電極付きの基板と、その基板間に封入されたねじれ配向したネマチック液晶とからなる液晶セル、液晶セルの両側に設けられた一対の配向板、及び液晶セルと配向板との間に設けられた光学補償シートからなる液晶表示装置において、該光学補償シートが、透明支持体およびその上に設けられた光学異方層からなり、そして該光学異方層は、ディスコティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であり、さらに該ディスコティック構造単位の円盤面と、透明支持体面に対して傾いており、かつ該ディスコティック構造単位の円盤面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向において変化していることを特徴とする液晶表示装置にもある。

【0011】上記液晶表示装置の好ましい態様は下記のとおりである。

1) 該角度が、光学異方層の深さ方向において光学異方層の底面からの距離の増加と共に増加している上記液晶表示装置。

2) 該角度が、5～85度の範囲で変化する上記液晶表示装置。

3) 該角度の最小値が、0～85度の範囲（好ましくは5～40度）にあり、その最大値が5～90度の範囲（好ましくは30～85度）にある上記液晶表示装置。

4) 光学異方層が、さらにセルロースエステル（好ましくはセルロースアセテートブチレート）を含んでいる上記液晶表示装置。

5) 光学異方層と透明支持体との間に、配向膜が形成されている上記液晶表示装置。

6) 光学異方層が、光学補償シートの法線方向から傾いた方向に、0以外のレターデーションの絶対値の最小値を有する上記液晶表示装置。

7) 液晶セルの基板が、一方向にラビング処理された配向表面を有し、かつ光学補償シートが、そのレターデーションの最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向と、該光学補償シートに近い液晶セルの基板表面のラビング方向とのなす角が90〜270度となるように液晶セル上に配置されている上記6)の液晶表示装置。

8) 1枚又は2枚の光学補償シートが、液晶セルの一方の側に設けられているか、あるいは2枚が液晶セルの両側に設けられているの液晶表示装置。

【0012】さらに、本発明は、透明電極、画素電極及びカラーフィルタを有する一対の基板と、その基板間に封入されたねじれ配向したネマチック液晶とからなる液晶セル、液晶セルの両側に設けられた一対の配向板、及び液晶セルと配向板との間に設けられた光学補償シートからなるカラー液晶表示装置において、該光学補償シートが、透明支持体及びその上に設けられた光学異方層からなり、そして該光学異方層は、ディスクティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であり、さらに該ディスコティック構造単位の円盤面が、透明支持体面に対して傾いており、かつ該ディスコティック構造単位の円盤面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向において変化していることを特徴とするカラー液晶表示装置にもある。

【0013】上記カラー液晶表示装置の好ましい態様は下記のとおりである。

1) 該角度が、光学異方層の深さ方向において光学異方層の底面からの距離の増加と共に増加している上記カラー液晶表示装置。

2) 該角度が、5〜85度の範囲で変化する上記カラー液晶表示装置。

3) 該角度の最小値が、0〜85度の範囲（好ましくは5〜40度）にあり、その最大値が5〜90度の範囲（好ましくは30〜85度）にある上記カラー液晶表示装置。

4) 光学異方層が、さらにセルロースエステル（好ましくはセルロースアセテートブチレート）を含んでいる上記カラー液晶表示装置。

5) 光学異方層と透明支持体との間に、配向膜が形成されている上記カラー液晶表示装置。

6) 一対の基板の一方が、（透明）画素電極を有し、そしてもう一方の基板が、対向透明電極とカラーフィルタを有する上記カラー液晶表示装置。

7) （透明）画素電極が、非線形能動素子としてTFT(thin-film-transistor)またはMIM(metal-insulator-metal)を有する上記6)のカラー液晶表示装置。

8) 一対の偏光板の二個の吸収軸が、互いに直角の関係にある、ノーマリーホワイトモードで使用される上記カラー液晶表示装置。

9) 一対の偏光板の二個の吸収軸が、互いに平行の関係にある、ノーマリーブラックモードで使用される上記カラー液晶表示装置。

10) 光学異方層が、光学補償シートの法線方向から傾いた方向に、0以外のレターデーションの絶対値の最小値を有する上記カラー液晶表示装置。

11) 液晶セルの基板が、一方向にラビング処理された配向表面を有し、かつ光学補償シートが、そのレターデーションの最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向と、該光学補償シートに近い液晶セルの基板表面のラビング方向とのなす角が90〜270度となるように液晶セル上に配置されている上記10)の液晶表示装置。

【0014】本発明の光学補償シートは、透明支持体及びその上に設けられた光学異方層からなる光学補償シートであって、光学異方層は、ディスクティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層である。ディスクティック構造単位を有する化合物の例としては、モノマー等の低分子量のディスコティック液晶性化合物または重合性ディスコティック液晶性化合物の重合により得られるポリマーを挙げることができる。ディスコティック化合物は、一般に、ディスコティック液晶相（即ち、ディスコティックネマチック相）を有する化合物とディスコティック液晶相を持たない化合物に大別することができる。ディスコティック化合物は一般に負の複屈折を有する。本発明は、ディスコティック化合物の負の複屈折性を利用し、そしてディスコティック構造単位を、該ディスコティック構造単位の面（円盤面）と透明支持体面との角度が光学異方層の深さ方向に変化するように傾けて配置することにより達成したものである。

【0015】本発明の光学補償シートは、透明支持体及びその上に設けられたディスクティック構造単位を有する化合物からなる光学異方層からなり、さらに配向膜を透明支持体と光学異方層を設けることが好ましい。配向膜は、光学異方層を複数設ける場合は、光学異方層上に設けても良い。また下塗層（接着層）を透明基板と配向膜との間に設けることが好ましい。保護層を光学異方層上と基板の裏面に設けても良い。

【0016】本発明の透明支持体の材料としては、透明であるかぎりどのような材料でも使用することができる。光透過率が80%以上を有する材料が好ましく、特に正面から見た時に光学的等方性を有するものが好ましい。従って、透明支持体は、小さい固有複屈折を有する材料から製造することが好ましい。このような材料としては、ゼオネックス（日本ゼオン（株）製）、ARTON（日本合成ゴム（株）製）及びフジタック（富士写真フイルム（株）製）などの市販品を使用することができ

る。さらに、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン及びポリエーテルスルホンなどの固有複屈折率の大きい素材であっても、溶液流延、溶融押し出し等の条件、さらには縦、横方向に延伸状検討を適宜設定することにより、得ることができる。

【0017】透明支持体（フィルム）面内の主屈折率を $n_x$ 、 $n_y$ 、厚み方向の主屈折率を $n_z$ 、フィルムの厚さを $d$ としたとき、三軸の主屈折率の関係が $n_z < n_y = n_x$ （負の一軸性）を満足し、式 $\{(n_x + n_y) / (2 - n_z)\} \times d$ で表されるレタレーションが、20nmから400nm（好ましくは30～150nm）であることが好ましい。但し、 $n_x$ と $n_y$ の値は厳密に等しい必要はなく、ほぼ等しければ充分である。具体的には、 $|n_x - n_y| / |n_x - n_z| \leq 0.2$ であれば実用上問題はない。 $|n_x - n_y| \times d$ で表される正面レタレーションは、50nm以下であることが好ましく、20nm以下であることがさらに好ましい。上記の $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ 及び $d$ の関係を図1に示す。

【0018】下塗層を、透明支持体上に、透明支持体と配向膜との接着強度を増大させるために設けることが好ましい。下塗層の形成は、一般に表面処理した透明支持体の表面に塗布により形成する。表面処理としては、化学処理、機械処理、コロナ放電処理、火焰処理、UV処理、高周波処理、グロー放電処理、活性プラズマ処理、及びオゾン酸化処理を挙げることができる。グロー放電処理が好ましい。下塗層の構成としても種々の工夫が行われており、第1層として高分子フィルムによく密着する層（以下、下塗第1層と略す）を設け、その上に第2層として配向膜とよく密着する親水性の樹脂層（以下、下塗第2層と略す）を塗布する所謂重層法と、疎水性基と親水性基との両方を含有する樹脂層を一層のみ塗布する単層法とがある。

【0019】重層法における下塗第1層では、例えば塩化ビニル、塩化ビニリデン、ブタジエン、メタクリル酸、アクリル酸、イタコン酸、無水マレイン酸などの中から選ばれた単量体を出発原料とする共重合体；ポリエチレンイミン；エポキシ樹脂；グラフト化ゼラチン；ニトロセルロース；ポリ臭化ビニル、ポリフッ化ビニル、ポリ酢酸ビニル、塩素化ポリエチレン、塩素化ポリプロピレン、臭素化ポリエチレン、塩化ゴム、塩化ビニル-エチレン共重合体、塩化ビニル-プロピレン共重合体、塩化ビニル-スチレン共重合体、塩化イソブチレン共重合体、塩化ビニル-塩化ビニリデン共重合体、塩化ビニル-スチレン-無水マレイン酸三元共重合体、塩化ビニル-スチレン-アクリロニトリル共重合体、塩化ビニル-ブタジエン共重合体、塩化ビニル-イソブレン共重合体、塩化ビニル-塩素化プロピレン共重合体、塩化ビニル-塩化ビニリデン-酢酸ビニル三元共重合体、塩化ビニル-アクリル酸エステル共重合体、塩化ビニル-マレイン酸エステル共重合体、塩化ビニル-メタクリル酸エ

ステル共重合体、塩化ビニル-アクリロニトリル共重合体、内部可塑化ポリ塩化ビニル、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、ポリ塩化ビニリデン、塩化ビニリデン-メタクリル酸エステル共重合体、塩化ビニリデン-アクリロニトリル共重合体、塩化ビニリデン-アクリル酸エステル共重合体、クロロエチルビニルエーテル-アクリル酸エステル共重合体及びポリクロロブレンなどの含ハロゲン合成樹脂；ポリエチレン、ポリプロピエン、ポリブテン、ポリ-3-メチルブテン及びポリ-1, 2-ブタジエンなどの $\alpha$ -オレフィン共重合体；エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-ビニルエーテル共重合体、エチレン-プロピレン-1, 4-ヘキサジエン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ブテン-1-プロピレン共重合体、ブタジエン-アクリロニトリル共重合体、およびこれらの共重合体とハロゲン含有樹脂とのブレンド物；アクリル酸メチルエステル-アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エチルエステル-スチレン共重合体、メタクリル酸メチルエステル-アクリロニトリル共重合体、ポリメタクリル酸メチルエステル、メタクリル酸メチルエステル-スチレン共重合体、メチクリル酸ブチルエステル-スチレン共重合体、ポリアクリル酸メチル、ポリ- $\alpha$ -クロルアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メトキシエチルエステル、ポリアクリル酸グリシジルエステル、ポリアクリル酸ブチルエステル、ポリアクリル酸メチルエステル、ポリアクリル酸エチルエステル、アクリル酸-アクリル酸ブチル共重合体、アクリル酸エステル-ブタジエン-スチレン共重合体及びメタクリル酸エステル-ブタジエン-スチレン共重合体などのアクリル樹脂；ポリスチレン、ポリ- $\alpha$ -メチルスチレン、スチレン-フマル酸ジメチル共重合体、スチレン-無水マレイン酸共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-アクリロニトリル共重合体及びスチレン-ブタジエン-アクリロニトリル共重合体等のスチレン系樹脂；ポリ-2, 6-ジメチルフェニレンオキサイド；ポリビニルカルバゾール；ポリ-p-キシリレン；ポリビニルホルマール；ポリビニルアセタール；ポリビニルブチラール；ポリビニルフタレート；3-酢酸セルロース；酪酸セルロース；酪酢酸セルロース；セルロースフタレート；ナイロン6；ナイロン66；ナイロン12；メトキシメチル-6-ナイロン；ナイロン-6, 10-ポリカプラミド；ポリ-N-ブチル-ナイロン-6-ポリエチレンセバケート；ポリブチレングラタレート；ポリヘキサメチレンアジペート；ポリブチレンイソフタレート；ポリエチレンテレフタレート；ポリエチレンアジペート；ポリエチレンアジペートテレフタレート；ポリエチレン-2, 6-ナフタレート；ポリジエチレングリコールテレフタレート；ポリエチレンオキシベンゾエート；ビスフェノールA-イソフタレート；ポリアクリロニトリル；ビスフェノールA-アジペート；ポリヘキサメチレン-m-ベンゼンジスルホンアミド；ポリテトラ

体、酢酸ビニル含有共重合体及びブタジエン含有共重合体を挙げるができる。この中でも最も好ましいのはゼラチンである。ゼラチンとしては、いわゆる石灰処理ゼラチン、酸処理ゼラチン、酵素処理ゼラチン、ゼラチン誘導体及び変性ゼラチンなどの、一般に用いられているものを使用することができる。これらのゼラチンのうち、最も好ましく用いられるのは石灰処理ゼラチン、酸処理ゼラチンである。これらのゼラチンは、その作製工程における種々の不純物、例えば0.11~20000ppmの金属類(Na, K, Li, Rb, Ca, Mg, Ba, Ce, Fe, Sn, Pb, Al, Si, Ti, Au, Ag, Zn, Niなどの金属、及びそのイオンなど)、イオン(F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, 硫酸イオン、硝酸イオン、酢酸イオン、アンモニウムイオンなど)を含有していてもよい。特に石灰処理ゼラチンにおいては、CaやMgのイオンを含有するのが一般的であり、その含有量は10~3000ppmが一般的であり、下塗の塗布性能の点から1000ppm以下が好ましく、更に好ましくは500ppm以下である。

【0021】本発明の密着改良層に用いられる化合物の具体例を下記に挙げる。

【化1】



$x : y = 70 : 30$  平均分子量: 45000

【0024】

【化3】

Figure 1


$$\text{---}(\text{CH}_2\text{---CH})_x\text{---}(\text{CH}_2\text{---CH})_y\text{---}$$

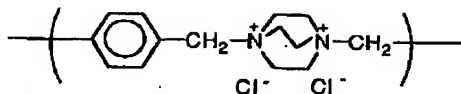
x : y = 30 : 70 状態 : ラテックス

50

【0026】

【化5】

P-5



平均分子量：10000

【0027】その他、下塗層形成用塗布液は、必要に応じて各種の添加剤を含有させることができる。例えば界面活性剤、耐電防止剤、顔料、塗布助剤等を挙げることができる。また本発明の下塗層には、公知の種々のゼラチン硬化剤を用いることができる。ゼラチン硬化剤としては、クロム塩（クロム明ばんなど）、アルデヒド類（ホルムアルデヒド、グルタルアルデヒドなど）、イソシアネート類、エピクロロヒドリン樹脂及びポリアマイド-エピクロロヒドリン樹脂、シアヌルクロリド系化合物、ビニルスルホンあるいはスルホン系化合物、カルバモイルアンモニウム塩系化合物、アミジニウム塩系化合物、カルボジイミド化合物及びビリジニウム塩系化合物などを挙げることができる。

【0028】本発明の下塗層には、透明性を実質的に損なわない程度に無機または、有機の微粒子をマツト剤として含有させることができる。無機微粒子のマツト剤としては、シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）、二酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）、炭酸カルシウム及び炭酸マグネシウムなどを使用することができる。有機の微粒子マツト剤としては、ポリメチルメタクリレート、セルロースアセテートプロピオネート、ポリスチレン及び米国特許第4142894号に記載されているポリマーなどを用いることができる。これらの微粒子マツト剤の平均粒径は、0.01～10  $\mu\text{m}$ のものが好ましい。より好ましくは、0.05～5  $\mu\text{m}$ である。また、その含有量は、0.5～600  $\text{mg}/\text{m}^2$ が好ましく、更に1～400  $\text{mg}/\text{m}^2$ が好ましい。

【0029】配向膜は、一般に透明支持体上又は上記下塗層上に設けられる。配向膜は、その上に設けられる液晶性ディスコティック化合物の配向方向を規定するように機能する。そしてこの配向が、光学補償シートから傾いた光軸を与える。配向膜は、光学異方層に配向性を付与できるものであれば、どのような層でも良い。配向膜の好ましい例としては、有機化合物（好ましくはポリマー）のラビング処理された層、無機化合物の斜方蒸着層、及びマイクログループを有する層、さらにω-トリコサン酸、ジオクタデシルメチルアンモニウムクロライド及びステアリン酸メチル等のラングミュア・プロジェクト法（LB膜）により形成される累積膜、あるいは電場あるいは磁場の付与により誘電体を配向させた層を挙げることができる。

【0030】配向膜用の有機化合物の例としては、ポリメチルメタクリレート、アクリル酸/メタクリル酸共重

合体、スチレン/マレインイミド共重合体、ポリビニルアルコール、ポリ（N-メチロールアクリルアミド）、スチレン/ビニルトルエン共重合体、クロロスルホン化ポリエチレン、ニトロセルロース、ポリ塩化ビニル、塩素化ポリオレフィン、ポリエステル、ポリイミド、酢酸ビニル/塩化ビニル共重合体、エチレン/酢酸ビニル共重合体、カルボキシメチルセルロース、ポリエチレン、ポリプロピレン及びポリカーボネート等のポリマー及びシランカップリング剤等の化合物を挙げることができる。好ましいポリマーの例としては、ポリイミド、ポリスチレン、スチレン誘導体のポリマー、ゼラチン、ポリビニルアルコール及びアルキル基（炭素原子数6以上が好ましい）を有するアルキル変性ポリビニルアルコールを挙げることができる。これらのポリマーの層を配向処理することにより得られる配向膜は、液晶性ディスコティック化合物を斜めに配向させることができる。

【0031】中でもアルキル変性のポリビニルアルコールは特に好ましく、液晶性ディスコティック化合物を均一に配向させる能力に優れている。これは配向膜表面のアルキル鎖とディスコティック液晶のアルキル側鎖との強い相互作用のためと推察される。また、アルキル基は、炭素原子数6～14が好ましく、更に、-S-、-( $\text{CH}_3$ )C(CN)-または-( $\text{C}_2\text{H}_5$ )N-CS-S-を介してポリビニルアルコールに結合していることが好ましい。上記アルキル変性ポリビニルアルコールは、末端にアルキル基を有するものであり、けん化度80%以上、重合度200以上が好ましい。また、上記側鎖にアルキル基を有するポリビニルアルコールは、クラレ（株）製のMP103、MP203、R1130などの市販品を利用することができる。

【0032】また、LCDの配向膜として広く用いられているポリイミド膜（好ましくはフッ素原子含有ポリイミド）も有機配向膜として好ましい。これはポリアミク酸（例えば、日立化成（株）製のLQ/LXシリーズ、日産化学（株）製のSEシリーズ等）を支持体面に塗布し、100～300℃で0.5～1時間焼成した後、ラビングすることにより得られる。更に、本発明の配向膜は、上記ポリマーに反応性基を導入することにより、あるいは上記ポリマーをイソシアネート化合物及びエポキシ化合物などの架橋剤と共に使用して、これらのポリマーを硬化させることにより得られる硬化膜であることが好ましい。

【0033】また、前記ラビング処理は、LCDの液晶配向処理工程として広く採用されている処理方法を利用することができる。即ち、配向膜の表面を、紙やガーゼ、フェルト、ゴムあるいはナイロン、ポリエステル繊維などを用いて一定方向に擦ることにより配向を得る方法を用いることができる。一般的には、長さ及び太さが均一な繊維を平均的に植毛した布などを用いて数回程度ラビングを行うことにより実施される。



【0034】また、無機斜方蒸着膜の蒸着物質としては、 $\text{SiO}$ を代表とし、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}_2$ 等の金属酸化物、あるいは $\text{MgF}_2$ 等のフッ化物、さらに $\text{Au}$ 、 $\text{Al}$ 等の金属が挙げられる。尚、金属酸化物は、高誘電率のものであれば斜方蒸着物質として用いることができ、上記に限定されるものではない。無機斜方蒸着膜は、蒸着装置を用いて形成することができる。フィルム（支持体）を固定して蒸着するか、あるいは長尺フィルムを移動させて連続的に蒸着することにより無機斜方蒸着膜を形成することができる。

【0035】光学異方層を配向膜を使用せずに配向させる方法として、支持体上の光学異方層をディスコティック液晶層を形成し得る温度に加熱しながら、電場あるいは磁場を付与する方法を挙げることができる。

【0036】本発明の光学異方層は、透明支持体または配向膜上に形成される。本発明の光学異方層は、ディスコティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層である。即ち、光学異方層は、モノマー等の低分子量の液晶性ディスコティック化合物の層または重合性の液晶性ディスコティック化合物の重合（硬化）により得られるポリマーの層である。本発明のディスコティック（円盤状）化合物の例としては、C. Destradéらの研究報告、Mol. Cryst. 71巻、111頁（1981年）に記載されているベンゼン誘導体、C. Destradéらの研究報告、Mol. Cryst. 122巻、141頁（1985年）、Phys

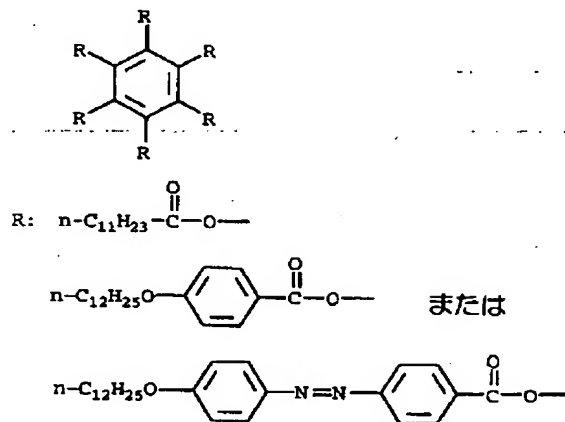
TE-1

ics Lett., A, 78巻、82頁（1990）に記載されているトルキセン誘導体、B. Kohneらの研究報告、Angew. Chem. 96巻、70頁（1984年）に記載されたシクロヘキサン誘導体及びJ. M. Lehnらの研究報告、J. Chem. Commun., 1794頁（1985年）、J. Zhangらの研究報告、J. Am. Chem. Soc. 116巻、2655頁（1994年）に記載されているアザクラウン系やフェニルアセチレン系マクロサイクルなどを挙げることができる。上記ディスコティック（円盤状）化合物は、一般的にこれらを分子中心の母核とし、直鎖のアルキル基やアルコキシ基、置換ベンゾイルオキシ基等がその直鎖として放射線状に置換された構造であり、液晶性を示し、一般的にディスコティック液晶とよばれるものが含まれる。ただし、分子自身が負の一軸性を有し、一定の配向を付与できるものであれば上記記載に限定されるものではない。また、本発明において、円盤状化合物から形成したとは、最終的にできた物が前記化合物である必要はなく、例えば、前記低分子ディスコティック液晶が熱、光等で反応する基を有しており、結果的に熱、光等で反応により重合または架橋し、高分子量化し液晶性を失ったものも含まれる。

【0037】上記ディスコティック化合物の好ましい例を下記に示す。

【0038】

【化6】



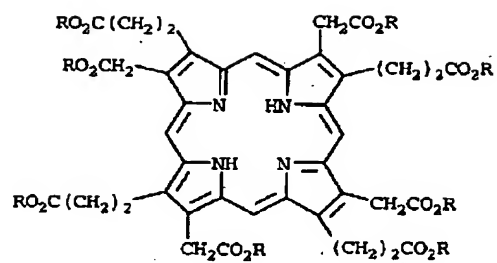
【0039】

【化7】

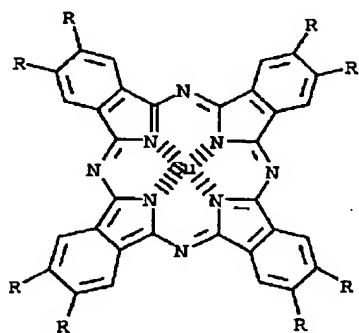


17

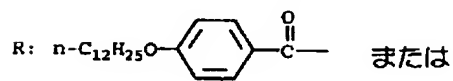
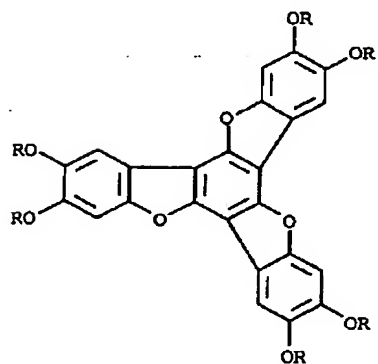
TE-2

R:  $n\text{-C}_{12}\text{H}_{25}\text{—}$ 

【0040】

【化8】  
TE-3R:  $n\text{-C}_{12}\text{H}_{25}\text{OCH}_2\text{—}$ 

【0041】

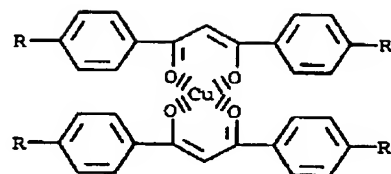
【化9】  
TE-4R:  $n\text{-C}_{12}\text{H}_{25}\text{O—}$  または  
 $n\text{-C}_{13}\text{H}_{27}\text{CO—}$ 

18

【0042】

【化10】

TE-5

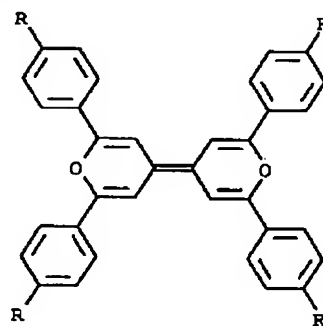
R:  $n\text{-C}_{10}\text{H}_{21}\text{—}$ 

10

【0043】

【化11】

TE-6

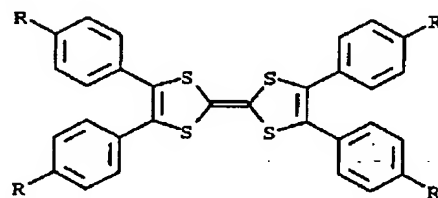
R:  $n\text{-C}_8\text{H}_{17}\text{—}$ 

20

【0044】

【化12】

TE-7

R:  $n\text{-C}_{16}\text{H}_{33}\text{O—}$ 

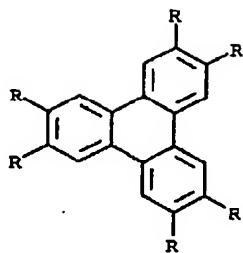
30

【0045】

【化13】

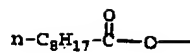
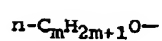
40

TE-8



(1)

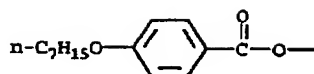
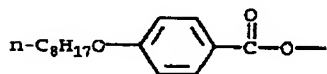
(2)



(m = 2 - 15 の整数)

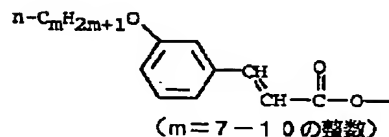
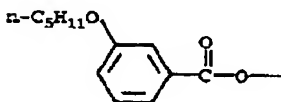
(3)

(4)



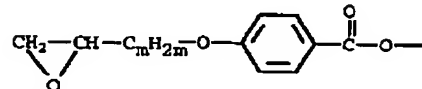
(5)

(6)



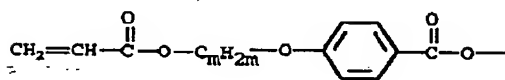
(7)

(m = 7 - 10 の整数)



(m = 4 - 10 の整数)

(8)



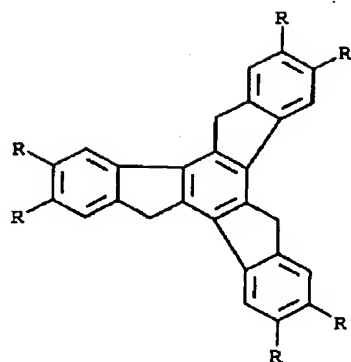
(m = 4 - 10 の整数)

【0046】

【化14】

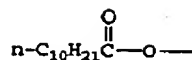
21

TE-9

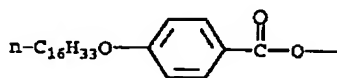


R:

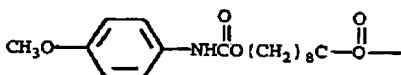
(1)



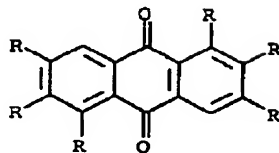
(2)



(3)

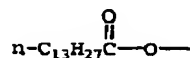


TE-11

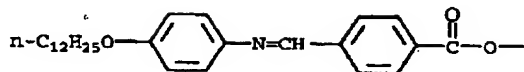


R:

(1)



(2)



【0049】本発明の光学補償シートは、前述のように、透明支持体上に配向膜を設け、次いで配向膜上に光学異方層を形成することにより作製されることが好ましい。

【0050】本発明の光学異方層は、ディスクティック構造単位を有する化合物からなる負の複屈折を有する層であって、そしてディスコティック構造単位の面が、透明支持体面に対して傾き、且つ該ディスコティック構造単位の面と透明支持体面とのなす角度が、光学異方層の深さ方向に変化している。

【0051】上記ディスコティック構造単位の面の角度（傾斜角）は、一般に、光学異方層の深さ方向でかつ光学異方層の底面からの距離の増加と共に増加または減少している。上記傾斜角は、距離の増加と共に増加することが好ましい。更に、傾斜角の変化としては、連続的の増

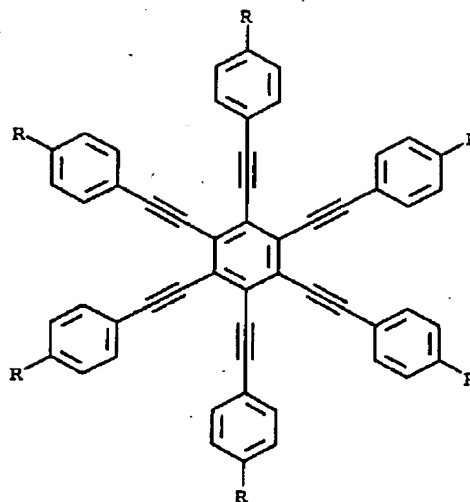
22

【0047】

【化15】

TE-10

10

R: C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>O—

20

【0048】

【化16】

加、連続的減少、間欠的増加、間欠的減少、連続的増加と連続的減少を含む変化、及び増加及び減少を含む間欠的变化等を挙げることができる。間欠的变化は、厚さ方向の途中で傾斜角が変化しない領域を含んでいる。傾斜角は、変化しない領域を含んでいても、全体として増加または減少していることが好ましい。更に、傾斜角は全体として増加していることが好ましく、特に連続的に変化することが好ましい。

【0052】本発明の光学異方層の断面の代表的な例を、模式的に図2に示す。光学異方層23は、透明支持体21上に形成された配向膜22上に設けられている。光学異方層23を構成する液晶性ディスコティック化合物23a、23b、23cは、ディスコティック構造単位Pa、Pb、Pcが透明支持体21の面に平行な面21a、21b、21cから傾斜し、そしてそれらの傾斜

50

角 $\theta a$ 、 $\theta b$ 、 $\theta c$ （ディスコティック構造単位の面と透明支持体の面とのなす角）が、光学異方層の底面からの深さ（厚さ）方向の距離の増加と共に、順に増加している。24は透明支持体の法線を表わす。上記液晶性ディスコティック化合物は平面分子であり、それ故分子中にはただ一個の平面、即ち円盤面（例、21a、21b、21c）を持つ。

【0053】上記傾斜角（角度）は、5～85度の範囲（特に10～80度の範囲）で変化していることが好ましい。上記傾斜角の最小値は、0～85度の範囲（特に5～40度）にあり、またその最大値が5～90度の範囲（特に30～85度）にあることが好ましい。図2において、支持体側のディスコティック構造単位の傾斜角（例、 $\theta a$ ）が、ほぼ最小値に対応し、そしてディスコティック構造単位の傾斜角（例、 $\theta c$ ）が、ほぼ最大値に対応している。さらに、傾斜角の最小値と最大値との差が、5～70度の範囲（特に10～60度）にあることが好ましい。

【0054】上記光学異方層は、一般にディスコティック化合物及び他の化合物を溶剤に溶解した溶液を配向膜上に塗布し、乾燥し、次いでディスコティックネマチック相形成温度まで加熱し、その後配向状態（ディスコティックネマチック相）を維持して冷却することにより得られる。あるいは、上記光学異方層は、ディスコティック化合物及び他の化合物（更に、例えば重合性モノマー、光重合開始剤）を溶剤に溶解した溶液を配向膜上に塗布し、乾燥し、次いでディスコティックネマチック相形成温度まで加熱したのち重合させ（UV光の照射等により）、さらに冷却することにより得られる。本発明に用いるディスコティック液晶性化合物のディスコティックネマチック液晶相－固相転移温度としては、70～300℃が好ましく、特に70～170℃が好ましい。

【0055】例えば、支持体側のディスコティック単位の傾斜角は、一般にディスコティック化合物あるいは配向膜の材料を選択することにより、またはラビング処理方法の選択することにより、調整することができる。また、表面側（空気側）のディスコティック単位の傾斜角は、一般にディスコティック化合物あるいはディスコティック化合物とともに使用する他の化合物（例、可塑剤、界面活性剤、重合性モノマー及びポリマー）を選択することにより調整することができる。更に、傾斜角の変化の程度も上記選択により調整することができる。

【0056】上記可塑剤、界面活性剤及び重合性モノマーとしては、ディスコティック化合物と相溶性を有し、液晶性ディスコティック化合物の傾斜角の変化を与えられるか、あるいは配向を阻害しない限り、どのような化合物も使用することができる。これらの中で、重合性モノマー（例、ビニル基、ビニルオキシ基、アクリロイル基及びメタクリロイル基を有する化合物）が好ましい。上記化合物は、ディスコティック化合物に対して一般に

1～50重量%（好ましくは5～30重量%）の量にて使用される。

【0057】上記ポリマーとしては、ディスコティック化合物と相溶性を有し、液晶性ディスコティック化合物に傾斜角の変化を与えられる限り、どのようなポリマーでも使用することができる。ポリマー例としては、セルロースエステルを挙げることができる。セルロースエステルの好ましい例としては、セルロースアセテート、セルロースアセテートプロピオネート、ヒドロキシプロピルセルロース及びセルロースアセテートブチレートを挙げることができる。上記ポリマーは、液晶性ディスコティック化合物の配向を阻害しないように、ディスコティック化合物に対して一般に0.1～10重量%（好ましくは0.1～8重量%、特に0.1～5重量%）の量にて使用される。セルロースアセテートブチレート（酢酸酪酸セルロース）のブチリル化度は、30%以上、特に30～80%の範囲が好ましい。またアセチル化度は30%以上、特に30～80%の範囲が好ましい。セルロースアセテートブチレートの粘度（ASTM D-817-72に従う測定により得られる値）は、0.01～20秒の範囲が好ましい。

【0058】上記図2に示される変化する傾斜角を有する光学異方層（光学補償シート）を備えた（カラー）液晶表示装置は、極めて拡大された視野角を有し、そして白黒画像の反転、あるいは表示画像の諧調あるいは着色の発生がほとんどないものである。

【0059】更に、本発明の（カラー）液晶表示装置において、より高度に視野角が拡大した理由については以下のように推定される。例えば、本発明のカラー液晶表示装置において、偏光子と検光子の透過軸がほぼ直交しているノーマリーホワイトのモード（TN-LCDで広く採用されているモード）では、黒表示状態にある部分は液晶に電圧が印加されている状態であり、視角を大きくするのに伴って、この黒表示部からの光の透過率が著しく増大し、コントラストの急激な低下を招いている。この黒表示状態（電圧印加時）においては、TN液晶セル内部の液晶分子は、図3に示すように配列している。基板表面近傍に存在するTN液晶分子33は、基板31aの表面とほぼ平行に存在しており、そしてTN液晶分子33は、基板31aの表面から離れるに従って徐々に傾いて、表面と垂直になる。更に基板31aの表面から離れるに従って、TN液晶分子33は、反対方向に徐々に傾いて、最後には基板31bの表面とほぼ平行となる。従って、黒表示におけるTN-LCDの液晶セルは、セル表面から徐々に傾く光軸（Reが最小値を示す方向）を有する二個の正の光学異方体とセル表面の法線に平行な光軸を有する二個の正の光学異方体との積層体とみなすことができる。このため、本発明の光学異方層のディスコティック構造単位面の傾斜角の変化及び負の複屈折により、電圧印加時のTN液晶セル内部の液晶分

子の傾斜等により発生する位相差を補償することができる。従って、変化する傾斜角を有する光学異方層（光学補償シート）を備えたカラー液晶表示装置は、視角を大きくして表示装置を斜めから見た場合でも、白黒画像の反転、あるいは表示画像の諧調あるいは着色の発生がほとんどないものである。

【0060】上記光学異方層のヘイズは、一般に5.0%以下である。従って、上記光学異方層を有する光学補償シートも、透明支持体のヘイズが低いことから、一般に5.0%以下を有する。上記ヘイズは、ASTN-D 1003-52に従って測定される。光学異方層のヘイズが高いと、黒表示部において散乱によると思われる光洩れが起こり、結果としてコントラストが低下する。この傾向は、入射光が法線方向および画像の上方向に傾いた場合に顕著である。したがって、これを防ぐためには、上記ヘイズは5%以下が好ましく、さらに3%以下が好ましく、特に1%以下であることが好ましい。一般にヘイズは、表面が粗であること（細かな凹凸、キズ）あるいは内部の不均一性（屈折率の異なる微少部分の存在）に起因するものであり、それを低くするためには、光学補償シートの表面を平滑にし、内部の屈折率の不均一性を小さくすることが必要となる。本発明の光学補償シートは、平滑な表面及び均一な内部を有する光学異方層が形成されているので、低いヘイズを有する。更にヘイズを低下させるために、例えば、光学異方層の上に保護層、または粘着層を形成すること、あるいは光学異方層の形成条件を適当に選択することが好ましい。光学補償シートまたは光学異方層の平滑な表面は、上記のようにして容易に得ることができる。

【0061】また、上記保護層として用いる化合物も特に制限はないが、製膜能の観点からポリマーが好ましく、円盤状化合物を溶解しない溶剤に可溶であることが好ましい。ポリマーの具体例としては、ゼラチン、メチルセルロース、アルギン酸、ペクチンアラビアゴム、プルラン、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリアクリルアミド、ポリビニルベンゼンスルホン酸ソーダ、カラギナン、ポリエチレングリコール等の水溶性高分子を挙げることができる。上記粘着層を、上記保護層の代わりに光学異方層上に設けることができる。粘着層は、一般に光学補償シートを液晶表示装置に組み込む際に形成される。粘着層の材料としては、特に制限はなく、アクリル系、SBR系、シリコンゴム系等の透明な接着剤、ないし粘着剤を用いることができる。構成部材の光学特性の劣化防止の観点から、硬化や乾燥の際に高温のプロセスを要しないものが好ましく、長時間の硬化処理や乾燥時間を要しないものが好ましい。光学補償シートの平滑な表面は、光学異方層の表面に粘着層または保護層形成用塗布液を平滑な表面を有するように塗布することにより得ることができる。これによりヘイズを低下させることができる。本発明では、生産性の観点から

保護層よりむしろ粘着層の塗設が好ましい。光学異方層の形成条件は、ディスコティック化合物を含む組成

（ディスコティック化合物の組み合わせや、併用する他の化合物の種類や量）により適宜選択される。その条件としては、ディスコティックネマチック層を形成するための加熱温度あるいは加熱時間、加熱後の冷却速度、層厚そして塗布方法等を挙げることができる。また、円盤状化合物は、該化合物の性質、塾成条件等により、複数の異なるドメインを形成する場合があります、これが層内部の不均一性に起因するヘイズとなる。このようなヘイズの低減には、円盤状化合物をモノドメインとする事、あるいは複数のドメインを形成しても、その1つ1つのドメインサイズを0.1μm以下、好ましくは0.08μm以下とすることにより、可視光に影響を及ぼさなくすることができる。

【0062】本発明の光学異方層が、光学補償シートの法線方向から傾いた方向に、0以外のレターデーションの絶対値の最小値を有する（光軸を持たない）。本発明の光学異方層を含む光学補償シートの代表的な構成例を図4に示す。図4において、透明支持体41、配向膜42そしてディスコティック化合物の層（光学異方層）43が、順に積層され、光学補償シートを構成している。Rは配向膜のラビング方向を示す。n<sub>1</sub> n<sub>2</sub> 及びn<sub>3</sub> は、光学補償シートの三軸方向の屈折率を表わし、正面から見た場合にn<sub>1</sub> ≤ n<sub>3</sub> ≤ n<sub>2</sub> の関係を満足する。βは、Re（レターデーション）の最小値を示す方向の光学異方層の法線44からの傾きである。TN-LCD及びTFT-LCDの視野角特性を改善するために、Reの絶対値の最小値を示す方向が、光学異方層の法線44から5°〜50度（傾きの平均値）傾いていることが好ましく、更に10°〜40度が好ましい（上記β）。更に、上記シートは、下記の条件：

$$50 \leq [(n_3 + n_2) / 2 - n_1] \times D \leq 400 \quad (nm)$$

（但し、Dはシートの厚さ）を満足することが好ましく、更に下記の条件：

$$100 \leq [(n_3 + n_2) / 2 - n_1] \times D \leq 400 \quad (nm)$$

【0063】光学異方層を形成するための溶液は、ディスコティック化合物及び前述の他の化合物を溶剤に溶解することにより作製することができる。上記溶剤の例としては、N、N-ジメチルホルムアミド（DMF）、ジメチルスルフォキシド（DMSO）及びピリジン等の極性溶剤；ベンゼン及びヘキサン等の無極性溶剤；クロロホルム及びジクロロメタン等のアルキルハライド類；酢酸メチル及び酢酸ブチル等のエステル類；アセトン及びメチルエチルケトン等のケトン類；及びテトラヒドロフラン及び1, 2-ジメトキシエタン等のエーテル類を挙げることができる。アルキルハライド類及びケトン類が好ましい。溶剤は単独でも、組合わせて使用しても良

い。

【0064】上記溶液の塗布方法としては、カーテンコーティング、押出コーティング、ロールコーティング、ディップコーティング、スピンコーティング、印刷コーティング、スプレーコーティング及びスライドコーティングを挙げることができる。本発明では、ディスコティック化合物のみの混合物の場合は蒸着法も使用することができる。本発明では、連続塗布が好ましい。従ってカーテンコーティング、押出コーティング、ロールコーティング及びスライドコーティングが好ましい。上記光学異方層は、前述したように、上記塗布溶液を配向膜上に塗布し、乾燥し、次いでガラス転移温度以上に加熱し（その後所望により硬化させ）、冷却することにより得られる。

【0065】本発明の光学補償シートは、液晶表示装置において、液晶セルによる複屈折を補償するものであるから、光学異方素子の波長分散は、液晶セルと等しいことが好ましい。すなわち、光学異方素子の450、550 $\mu\text{m}$ の光によるレタデーションをそれぞれ $R_{450}$ 、 $R_{550}$ とすれば、波長分散を表す $R_{450}/R_{550}$ 値は、1.0以上であることが好ましい。

【0066】本発明の液晶表示装置の代表的構成例を図5に示す。図5において、透明電極を備えた一対の基板とその基板間に封入されたねじれ配向したネマチック液晶とからなる液晶セルTNC、液晶セルの両側に設けられた一対の偏光板A、B、液晶セルと偏光板との間に配置された光学補償シートRF<sub>1</sub>、RF<sub>2</sub>及びバックライトBLが、組み合わされて液晶表示装置を構成している。光学補償シートは一方のみ配置しても良い（即ち、RF<sub>1</sub>またはRF<sub>2</sub>）。R<sub>1</sub>は光学補償シートRF<sub>1</sub>の、正面から見た場合のラビング方向を示し、R<sub>2</sub>は光学補償シートRF<sub>2</sub>のラビング方向を示す。液晶セルTNCの実線の矢印は、液晶セルの偏光板B側の基板のラビング方向を表わし、液晶セルTNCの点線の矢印は、液晶セルの偏光板A側の基板のラビング方向を表わす。PA及びPBは、それぞれ偏光板A、Bの偏光軸を表わす。

【0067】本発明の液晶表示装置においては、光学補償シートと液晶セルは下記のように配置されることが好ましい。図6は、レターデーションの絶対値の最小値の方向と液晶セルの基板のラビング方向との関係を示す図である。一対の偏光板63a、63bが、液晶セル61の両側に配置され、そして光学補償シート62が偏光板63aと液晶セル61との間に配置されている。光学補償シートは、一般に、光学異方層が液晶セルの表面と接するように配置される。62Mは、光学補償シート62のレターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向である。この方向は、一般に光学補償シートの配向膜のラビング方向に対応する。61Raは、液晶セル61の上側基板のラビング方向を表わし、61

Rbは、液晶セル61の下側基板のラビング方向を表わす。

【0068】レターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向62Mと液晶セルの上側基板のラビング方向61Raとのなす角( $\alpha$ )は、90~270度の範囲にあることが好ましい。即ち、上記角( $\alpha$ )は、図7のように定義することができる。図7は、図6をz軸方向から見た時に得られる図である。図7において、61Ra、61Rb及び62Mは、図6におけると同義である。角( $\alpha$ )は、レターデーションの最小値を示す正投影方向62Mと上側基板のラビング方向61Raとの角度を示す。この配置は、光学補償シートを2枚使用する場合にも適用することができる。1枚の光学補償シートを使用する場合、レターデーションの最小値を示す正投影方向62Mは、主視角方向であること（シートをセルの上側に設けた場合）、または反視角方向であること（シートをセルの下側に設けた場合）が好ましい。主視角方向とは、液晶セル中の液晶分子の平均のツイスト方向であり、従ってTN液晶分子を図6のz軸の方向からみて反時計方向に90度ねじられた場合に、x軸のマイナス方向である。反視角方向とは、主視角方向と反対の方向である。

【0069】本発明の液晶表示装置においては、図8及び9に示すように、一対の光学補償シートが液晶セルの両側に設けられることが好ましい。図8では、一対の偏光板83a、83bが、液晶セル81の両側に配置され、そして光学補償シート82aが偏光板83aと液晶セル81との間に配置され、かつ光学補償シート82bが偏光板83bと液晶セル81との間に配置されている。82Maは、光学補償シート82aのレターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向であり、82Mbは、光学補償シート82bのレターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向である。81Raは、液晶セル81の上側基板のラビング方向を表わし、81Rbは、液晶セル81の下側基板のラビング方向を表わす。84は光源を表わす。

【0070】レターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向82Maと液晶セルの上側基板のラビング方向81Raとのなす角( $\alpha_1$ )及び82Mbと81Rbとなす角( $\alpha_2$ )は、135~225度の範囲にあることが好ましい。即ち、上記角( $\alpha_1$ と $\alpha_2$ )は、図9のように定義することができる。図9は、図8をz軸方向から見た時に得られる図である。図9において、81Ra、81Rb、82Ma及び82Mbは、図8におけると同義である。角( $\alpha_1$ )は、レターデーションの最小値を示す正投影方向82Maと上側基板のラビング方向81Raとの角度であり、角( $\alpha_2$ )は、レターデーションの最小値を示す正投影方向82Mbと下側基板のラビング方向81Rbとの角

度である。レターデーションの最小値を示す正投影方向 82Ma と 82Mb とのなす角 ( $\beta 1$ ) は、90°~180°の範囲が好ましい。

【0071】本発明の液晶表示装置においては、図10及び11に示すように、2枚の光学補償シートを液晶セルの一方の側に設けても良い。図10では、一対の偏光板103a、103bが、液晶セル101の両側に配置され、そして光学補償シート102a、102bが、偏光板103aと液晶セル101との間に配置されている。102Maは、光学補償シート102aのレターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向であり、102Mbは、光学補償シート102bのレターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向である。101Raは、液晶セル101の上側基板のラビング方向を表わし、101Rbは、液晶セル101の下側基板のラビング方向を表わす。104は光源を表わす。

【0072】レターデーションの絶対値の最小値の方向を液晶セル上に正投影した時の方向102Maと液晶セルの上側基板のラビング方向101Raとのなす角 ( $\alpha 3$ ) 135°~225°の範囲にあることが好ましく、102Mbと101Rbとなす角 ( $\alpha 4$ ) は、-45°~45°の範囲にあることが好ましい。即ち、上記角 ( $\alpha 3$  と  $\alpha 4$ ) は、図11のように定義することができる。図11は、図10をz軸方向から見た時に得られる図である。図11において、101Ra、101Rb、102Ma及び102Mbは、図10におけると同義である。角 ( $\alpha 3$ ) は、レターデーションの最小値を示す正投影方向102Maと上側基板のラビング方向101Raとの角度であり、角 ( $\alpha 4$ ) は、レターデーションの最小値を示す正投影方向102Mbと下側基板のラビング方向101Rbとの角度である。レターデーションの最小値を示す正投影方向102Maと102Mbとのなす角 ( $\beta 1$ ) は、0°~120°の範囲が好ましい。

【0073】上記レターデーションの最小値の方向と液晶セルの基板のラビング方向との関係は、カラー液晶表示装置にも適用することができる。本発明のカラー液晶表示装置の代表的構成例を図12に示す。図12において、対向透明電極122とカラーフィルタ125を備えたガラス基板124a、画素電極123とTFT126を備えたガラス基板124b、この2枚の基板間に封入されたねじれ配向したネマチック液晶121とからなる液晶セル、液晶セルの両側に設けられた一対の偏光板128a、128b、及び液晶セルと偏光板との間に配置された一対の光学補償シート127a、127bが、組み合わせられてカラー液晶表示装置を構成している。光学補償シートは一方のみ配置しても良い(即ち、127aまたは127b)。

【0074】本発明のカラー液晶表示装置に用いるカラーフィルターとしては、色純度、寸法精度、さらには耐

熱性の高いものであればどのようなものでも使用することができる。好ましい例としては、染色フィルター、印刷フィルター、電着フィルターあるいは顔料分散フィルター等を挙げることができる。これらは、小林駿介編著「カラー液晶ディスプレイ」(産業図書、172~173頁、237~251頁)、あるいは日経マイクロデバイス編「フラットパネル・ディスプレイ1994」(日経BP社、216頁)等に記載されている。例えば、染色フィルターは、ゼラチンやカゼイン、PVA等の基質に重クロム酸塩を加えて感光性を付与し、ファトリソグラフィ法によってパターンニングした後、染色して得ることができる。

【0075】また本発明の(カラー)液晶表示装置に用いる液晶としては、例えば日本学術振興会第142委員会編「液晶デバイスハンドブック」(日刊工業新聞社、107頁~213頁)記載のネマチック液晶が好ましい。この液晶分子の長軸は、液晶セルの上下基板間ではほぼ90°ツイスト配向したものであるもので、入射した直線偏光は印加電界がない場合には、液晶セルの旋光性によって90°偏光方向を変えて液晶セルから出射することになる。しきい値以上の充分高い電界を印加した時には、液晶分子の長軸が電界方向に向きを変え、電極面に垂直に並ぶため、旋光性は殆ど消失する。したがって、この旋光の効果を十分に発揮させるためには、ツイスト角は70°~100°が好ましく、80°~90°がさらに好ましい。

【0076】この電界による液晶分子の配列の欠陥(ディスクリネーション)を少なくするため、液晶分子にあらかじめプレチルト角を与えておくことが好ましい。プレチルト角は5°以下が好ましく、さらに、2°~4°が好ましい。上記ツイスト角、プレチルト角については、岡野光治、小林駿介共編「液晶応用編」(培風館、16頁~28頁)に記載されている。

【0077】さらに液晶セルの屈折率異方性 $\Delta n$ と、液晶セルにおける液晶層の厚みdとの積( $\Delta n \cdot d$ )の値は、例えば日本学術振興会第142委員会編「液晶デバイスハンドブック」(日刊工業新聞社、329頁~337頁)に記載されているように、dが大きくなればコントラストは改良されるものの、応答速度が遅く、また視野角も小さくなるため、0.3~1.0 $\mu\text{m}$ の範囲が好ましく、0.3~0.6 $\mu\text{m}$ の範囲がより好ましい。

【0078】本発明のカラー液晶表示装置に印加される信号は、例えば日本学術振興会第142委員会編「液晶デバイスハンドブック」(日刊工業新聞社、387頁~465頁)、あるいは岡野光治、小林駿介共編「液晶応用編」(培風館、85頁~105頁)等に記載されているように、5Hz~100Hzの交流で、電圧は20V以下、好ましくは8V以下の信号である。たとえばノーマリーホワイトモードでは、印加電圧が0~1.5Vで明表示、1.5V~3.0Vで中間調表示、3.0V



以上で暗表示を行なうことが一般的である。

【0079】本発明のカラー液晶表示装置及び液晶表示装置で使用することができる偏光板の材料は特に限定されることはなく、どのような材料でも使用することができる。一般に、偏光板は、偏光子とその両側に設けられた保護フィルムとからなる。偏光子は、例えば、延伸ポリビニルアルコール等の親水性ポリマーにヨウ素または染料で処理して得られる。保護フィルムは、一般にトリアセチルセルロースを延伸処理して得ることができる。保護フィルムは、一般に0~200nmのレタデーション(Re)、好ましくは0~100nmのReを有する。Reは、透明支持体で規定のように、 $\{(nx+ny)/2-nz\} \times d$ で表される。

【0080】

【実施例】

【0081】【実施例1】ゼラチン薄膜(0.1μm)を塗設した120μm厚さを有するトリアセチルセルロースのフィルム(富士写真フィルム(株)製)上に直鎖アルキル変性ポリビニルアルコール(MP203;クラレ(株)製)を塗布し、80℃温風にて乾燥させた後、ラビング処理を行い、配向膜を形成した。面内の主屈折率をnx、ny、厚さ方向の屈折率nz、厚さをdとした時、トリアセチルセルロースフィルムの $|nx-ny| \times d$ 、 $\{(nx+ny)/2-nz\} \times d$ を決定した(図1参照)。厚さを、マイクロメータを用いて測定し、そして種々の方向からのReを、エリプソメータ(AEP-100、(株)島津製作所製)により測定し、上記 $|nx-ny| \times d$ 、 $\{(nx+ny)/2-nz\} \times d$ を決定した。上記トリアセチルセルロースフィルムの $|nx-ny| \times d$ は3nmで、 $\{(nx+ny)/2-nz\} \times d$ は60nmであった。従って、上記トリアセチルセルロースフィルムはほぼ負に一軸性であり、その光軸がほぼフィルム方線方向にあった。

【0082】この配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-8(8、m=4)(前記化合物例番号)1.6g、フェノキシジエチレングリコールアクリレート(M101;東亜合成(株)製)0.4g、セルロースアセテートブチレート(CAB531-1;イーストマンケミカル社製)0.05g、及び光重合開始剤(イルガキュア-907;チバ・ガイギー社製)0.01gを、3.65gのメチルエチルケトンに溶解して得られた塗布液を、ワイヤーバーで塗布(#4バー)し、金属の枠に貼りつけて固定して120℃の高温槽中で3分間加熱し、ディスコティック化合物を配向させた後、室温まで放冷して、厚さ1.8μmのディスコティック化合物を含む層(光学異方層)形成した。こうして、光学異方層を有する本発明の光学補償シート(OCs-A)を作製した。

【0083】得られた本発明の光学補償シート(OCs-A)をマイクロームを用いてラビング方向で深さに沿

って切断し、極めて薄いフィルム(サンプル)を作製した。このサンプルをOsO<sub>4</sub>の雰囲気中に48時間放置して、染色した。得られた染色フィルムを、透過型電子顕微鏡(TEM)によって観察し、その顕微鏡写真を得た。染色フィルムでは、ディスコティック化合物TE-8(8、m=4)のアクロイル基が染色され、写真の像として認められた。この写真から、光学異方層のディスコティック化合物は透明支持体の表面から傾いており、かつその傾斜角が、光学異方層の底部から深さ方向の距離の増加と共に、5~65度にかけて連続的に増加していることが、認められた。

【0084】【実施例2】ゼラチン薄膜(0.1μm)を塗設した120μm厚さを有するトリアセチルセルロースのフィルム(富士写真フィルム(株)製)上に直鎖アルキル変性ポリビニルアルコール(MP203;クラレ(株)製)を塗布し、40℃温風にて乾燥させた後、ラビング処理を行い、配向膜を形成した。上記トリアセチルセルロースフィルムの $|nx-ny| \times d$ は3nmで、 $\{(nx+ny)/2-nz\} \times d$ は70nmであった。これらの値は、実施例1と同様にして決定された。従って、上記トリアセチルセルロースフィルムは、ほぼ負に一軸性であり、その光軸はほぼフィルム方線方向にあった。

【0085】この配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-8(8、m=4)(前記化合物例番号)1.6g、フェノキシジエチレングリコールアクリレート(M101;東亜合成(株)製)0.4g、セルロースアセテートブチレート(CAB531-1;イーストマンケミカル社製)0.05g、及び光重合開始剤(イルガキュア-907;チバ・ガイギー社製)0.01gを、3.65gのメチルエチルケトンに溶解して得られた塗布液を、ワイヤーバーで塗布(#4バー)し、金属の枠に貼りつけて固定して120℃の高温槽中で3分間加熱し、ディスコティック化合物を配向させた後、120℃のまま高圧水銀灯を用いて1分間UV照射し、室温まで放冷して、厚さ1.8μmのディスコティック化合物を含む層(光学異方層)を有する本発明の光学補償シート(OCs-B)を作製した。

【0086】このようにして得られた本発明の光学補償シート(OCs-B)について、ラビング軸を含み位相差板面に垂直な面において、あらゆる方向からのレタデーション値をエリプソメータ(AEP-100;島津製作所製)で測定し、更に、測定部分のディスコティック化合物を除去した後の支持体の光学特性を同様に測定した。これらの測定により、光学異方層の光学特性(Reと測定角の関係)は、図13に示すようになった。図13の結果をシュミレートしたところ、得られた光学異方層は負の複屈折を有し、そしてディスコティック化合物の面が支持体表面から傾いており、その傾き(チルト角)が20度から50度まで連続的に変化していること

がわかった。

【0087】[実施例3]ゼラチン薄膜(0.1 μm)を塗設した100 μm厚さを有するトリアセチルセルロースのフィルム(富士写真フイルム(株)製)上に直鎖アルキル変性ポリビニルアルコール(MP203;クラレ(株)製)を塗布し、80℃温風にて乾燥させた後、ラビング処理を行い、配向膜を形成した。上記トリアセチルセルロースフィルムの $|n_x - n_y| \times d$ は6 nmで、 $\{(n_x + n_y) / 2 - n_z\} \times d$ は40 nmであった。これらの値は、実施例1と同様にして決定された。従って、上記トリアセチルセルロースフィルムは、

ほぼ負に一軸性であり、その光軸はほぼフィルム方線方向にあった。

【0088】この配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-8(8, m=4)(前記化合物例番号)1.8 g、エチレングリコール変性トリメチロールプロパントリアクリレート(V#360;大阪有機化学工業(株)製)0.2 g、セルロースアセテートブチレート(CAB551-0.2;イーストマンケミカル社製)0.04 g、光重合開始剤(イルガキュア-907;チバ・ガイギー社製)0.06 g及び増感剤(カヤキュア-D E T X、日本化薬(株)製)0.02 gを、3.43 gのメチルエチルケトンに溶解して得られた塗布液を、ワイヤーバーで塗布(#3バー)し、金属の枠に貼りつけて固定して120℃の高温槽中で3分間加熱し、ディスコティック化合物を配向させた後、120℃のまま高圧水銀灯(120 W/cm)を用いて1秒間UV照射し、室温まで放冷して、厚さ1.8 μmのディスコティック化合物を含む層(光学異方層)を有する本発明の光学補償シート(OCS-C)を作製した。

【0089】このようにして得られた本発明の光学補償シート(OCS-C)について、ラビング軸を含み位相差板面に垂直な面において、あらゆる方向からのレターデーション値をエリプソメーター(AEP-100;島津製作所製)で測定し、更に、測定部分のディスコティック化合物を除去した後の支持体の光学特性を同様に測定した。これらの測定により、得られた光学異方層は負の複屈折を有し、そしてディスコティック化合物の面が支持体表面から傾いており、その傾き(チルト角)が20度から70度まで連続的に変化していることがわかった。

【0090】[実施例4]ゼラチン薄膜(0.1 μm)を塗設した110 μm厚さを有するトリアセチルセルロースのフィルム(富士写真フイルム(株)製)上に直鎖アルキル変性ポリビニルアルコール(MP203;クラレ(株)製)を塗布し、40℃温風にて乾燥させた後、ラビング処理を行い、配向膜を形成した。トリアセチルセルロースフィルムの $|n_x - n_y| \times d$ は3 nmで、 $\{(n_x + n_y) / 2 - n_z\} \times d$ は50 nmであった。これらの値は、実施例1と同様にして決定された。

従って、上記トリアセチルセルロースフィルムは、ほぼ負に一軸性であり、その光軸はほぼフィルム方線方向にあった。

【0091】この配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-8(8, m=4)(前記化合物例番号)1.75 g、α-アクロレイン-ω-フェノキシ-ポリオキシエチレン(AMP60G;新中村化学工業(株)製)0.25 g、セルロースアセテートブチレート(CAB500-5;イーストマンケミカル社製)0.05 g、及び光重合開始剤(イルガキュア-907;チバ・ガイギー社製)0.01 gを、3.43 gのメチルエチルケトンに溶解して得られる塗布液を、ワイヤーバーで塗布(#3バー)し、金属の枠に貼りつけて固定して120℃の高温槽中で3分間加熱し、ディスコティック化合物を配向させた後、120℃のまま高圧水銀灯(120 W/cm)を用いて1秒間UV照射し、室温まで放冷して、厚さ1.8 μmのディスコティック化合物を含む層(光学異方層)を有する本発明の光学補償シート(OCS-D)を作製した。

【0092】このようにして得られた本発明の光学補償シート(OCS-D)について、ラビング軸を含み位相差板面に垂直な面において、あらゆる方向からのレターデーション値をエリプソメーター(AEP-100;島津製作所製)で測定し、更に、測定部分のディスコティック化合物を除去した後の支持体の光学特性を同様に測定した。これらの測定により、得られた光学異方層は負の複屈折を有し、そしてディスコティック化合物の面が支持体表面から傾いており、その傾き(チルト角)が20度から40度まで連続的に変化していることがわかった。

【0093】[実施例5]ゼラチン薄膜(0.1 μm)を塗設した100 μm厚さを有するトリアセチルセルロースのフィルム(富士写真フイルム(株)製)上に直鎖アルキル変性ポリビニルアルコール(MP203;クラレ(株)製)を塗布し、40℃温風にて乾燥させた後、ラビング処理を行い、配向膜を形成した。上記トリアセチルセルロースフィルムの $|n_x - n_y| \times d$ は3 nmで、 $\{(n_x + n_y) / 2 - n_z\} \times d$ は40 nmであった。これらの値は、実施例1と同様にして決定された。従って、上記トリアセチルセルロースフィルムは、

ほぼ負に一軸性であり、その光軸はほぼフィルム方線方向にあった。

【0094】この配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-8(8, m=4)(前記化合物例番号)1.6 g、フェノキシジエチレングリコールアクリレート(M101;東亜合成(株)製)0.4 g、セルロースアセテートブチレート(CAB531-1;イーストマンケミカル社製)0.05 g、及び光重合開始剤(イルガキュア-907;チバ・ガイギー社製)0.01 gを、3.65 gのメチルエチルケトンに溶解して

得られる塗布液を、ワイヤーバーで塗布（#4バー）し、金属の枠に貼りつけて固定して120℃の高温槽中で3分間加熱し、ディスコティック化合物を配向させた後、120℃のまま高圧水銀灯を用いて1分間UV照射し、室温まで放冷して、厚さ1.0μmのディスコティック化合物を含む層（光学異方層）を有する本発明の光学補償シート（OCS-F）を作製した。

【0095】このようにして得られた本発明の光学補償シート（OCS-F）について、ラビング軸を含み位相差板面に垂直な面において、あらゆる方向からのレターデーション値をエリプソメーター（AEP-100；島津製作所製）で測定し、更に、測定部分のディスコティック化合物を除去した後の支持体の光学特性を同様に測定した。これらの測定により、得られた光学異方層のReの最小値の方向がシートの法線から33度傾いており、その最小値は10nmであり、そして厚さ（深さ）方向のReは110nmであることがわかった。更に、上記測定より得られた光学異方層は負の複屈折を有し、そしてディスコティック化合物の面が支持体表面から傾いており、その傾き（チルト角）が20度から50度まで連続的に変化していることがわかった。

【0096】【比較例1】実施例1と同様に作製されたトリアセチルセルロースのフィルム上に設けられた配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-8-（3）（前記化合物例番号）にメチルエチルケトンを加え、全体として10wt%とした溶液を、スピコートにより2000rpmにて塗布を行った。次いで、塗布層を180℃まで加熱し、熱処理した後、室温まで冷却し、厚さ1.0μmのディスコティック化合物を含む層（光学異方層）を有する光学補償シート（OCS-G）を作製した。

【0097】このようにして得られた光学補償シート（OCS-G）について、ラビング軸を含み位相差板面に垂直な面において、あらゆる方向からのレターデーション値をエリプソメーター（AEP-100；島津製作所製）で測定し、更に、測定部分のディスコティック化合物を除去した後の支持体の光学特性を同様に測定した。

これらの測定により、得られた光学異方層は負の複屈折を有し、そしてディスコティック化合物の面が支持体表面から傾いていることがわかった。

【0098】【比較例2】実施例3と同様に作製されたトリアセチルセルロースのフィルム上に設けられた配向膜上に、前述した液晶性ディスコティック化合物TE-6（前記化合物例番号）にメチルエチルケトンを加え、全体として10wt%とした溶液を、スピコートにより2000rpmにて塗布を行った。次いで、塗布層を170℃まで加熱し、熱処理した後、室温まで冷却し、厚さ1.0μmのディスコティック化合物を含む層（光学異方層）を有する光学補償シート（OCS-H）を作製した。

【0099】このようにして得られた光学補償シート（OCS-H）について、ラビング軸を含み位相差板面に垂直な面において、あらゆる方向からのレターデーション値をエリプソメーター（AEP-100；島津製作所製）で測定し、更に、測定部分のディスコティック化合物を除去した後の支持体の光学特性を同様に測定した。これらの測定により、得られた光学異方層は負の複屈折を有し、そしてディスコティック化合物の面が支持体表面から傾いていることがわかった。

【0100】【光学補償シートの評価】上記実施例1～5及び比較例1～2で得られた光学補償シートについて光学特性を下記のように評価した。

（1）光学異方層のディスコティック化合物の面の角度変化及びReの最小値の方向の傾き角は、上記の様に決定した。

（2）ヘイズ

ヘイズの決定はASTM-D 1003-5.2に基づいて行なった。即ち、濁度計（NDH-1001DO；日本電色工業（株）製）を用いて測定した。

（3）ドメインのサイズ

光学異方層に形成されたドメインのサイズを、偏光顕微鏡を用いて測定した。上記結果を表1に示す。

【0101】

【表1】

表1

	シート No.	ヘイズ (%)	*光軸	傾斜角 変化 (度)	Re最小方向 角度 (度)	ドメインサ イズ (μm)
実施例 1	OCS-A	1.0	なし	5〜65	30	〃 ―
実施例 2	OCS-B	1.0	なし	20〜50	35	〃 ―
実施例 3	OCS-C	0.3	なし	20〜70	40	〃 ―
実施例 4	OCS-D	0.3	なし	20〜40	25	〃 ―
実施例 5	OCS-F	―	なし	20〜50	33	〃 ―
比較例 1	OCS-G	8.1	あり	―	37	10
実施例 2	OCS-H	7.9	あり	―	38	〃 ―

備考)

\* : Reが0の方向

\*\* : 「—」はモノドメインを表わす

## 【0102】[実施例6~8及び比較例3~5]

(液晶表示装置の作製) ネマチック液晶を90℃の捻れ角で、かつ4.5μmのギャップサイズとなる様に挟み込まれた液晶セルの一方の表面に、実施例2~4(それぞれ実施例6~8)及び比較例1~2(それぞれ比較例3~4)で作成した光学補償シートを2枚積層して貼り付け、液晶表示装置を作製した(図10参照)。但し、下側の光学補償シートのレターデーションの最小値を示す投影方向(ラビング方向、図11の102Ma)と上側基板のラビング方向(図11の101Ra)とのなす角(α3)が180度となり、そして上側の光学補償シートのレターデーションの最小値を示す投影方向(ラビング方向、図11の102Mb)と上側基板のラビング方向(図11の101Rb)とのなす角(α4)が0度となるように、上記積層体を液晶セル上に配置した。さらに、一対の偏光板を、光学補償シートを有する液晶セ

ルの両側に、二つの偏光軸が直交するように貼りつけた。上記偏光板の保護フィルムは40nmのレターデーション(前記と同様{(nx+ny)/2-nz}×dで定義される値)を有するトリアセチルセルロースのフィルムを用いた。得られたTN-LCDは、ノーマリーホワイトモード用に設定した。比較例5として、上記光学補償シートを持たないTN-LCDも作製した。

【0103】得られたTN-LCDに55Hzの矩形波の電圧を、0から5Vで印加し、正面方向および上/下および左/右方向へ傾いた方向からのコントラストを、分光計(LCD-5000, 大塚電子(株)製)を用いて測定し、正面コントラスト(Tov/Tsv)およびコントラストが10以上となる上/下および左/右の視野角を求めた。得られた結果を、表2に示す。

## 【0104】

## 【表2】

表2

	シート No.	正面コントラスト	視野角(度)	
			上下	左右
実施例6	OCS-B	100以上	130	125
実施例7	OCS-C	100以上	130	130
実施例8	OCS-D	100以上	120	120
比較例3	OCS-G	50	64	70
比較例4	OCS-H	59	61	66
比較例5	なし	100以上	61	95

【0105】表1、2から明らかなように、本発明の光学補償シートは、視野角を広げる効果があり、正面コントラストを低下させることなく、視野角を広げる事が出来る。

## 【0106】[実施例9]

(液晶表示装置の作製) ネマチック液晶(Δn:0.8)を90℃の捻れ角で、かつ4.5μmのギャップサイズとなる様に挟み込まれた液晶セルの両面に、実施例5で作成した光学補償シートを2貼り付け、液晶表示装置を作製した(図8参照)。但し、上側の光学補償シートのレターデーションの最小値を示す投影方向(ラビング方向、図9の82Ma)と上側基板のラビング方向(図9の81Ra)とのなす角(α1)が180度となり、そして下側の光学補償シートのレターデーションの最小値を示す投影方向(ラビング方向、図9の82Mb)と下側基板のラビング方向(図9の81Rb)とのなす角(α2)が180度となるように、上記光学補償

シートを液晶セル上に配置した。さらに、一対の偏光板を、光学補償シートを有する液晶セルの両側に、二つの偏光軸が直交するように貼りつけた。

【0107】得られたTN-LCDに1kHzの矩形波の電圧を、1から5Vで印加し、正面方向および上/下および左/右方向へ傾いた方向からのコントラストを、分光計(LCD-5000, 大塚電子(株)製)を用いて測定し、正面コントラスト(Tov/Tsv)およびコントラストが10以上となる上/下および左/右の視野角を求めた。得られた視野角特性を図14に示す。図14の実線および点線は等コントラスト線を表わす。白黒表示におけるコントラスト(Tlv/Tsv)が10又は100を示した時の法線に対する角度を視野角とした。

## 【0108】[実施例10及び11]

(カラー液晶表示装置の作製) シャープ(株)製のTF T型液晶カラーテレビ6E-C3の偏光板を剥がして、液晶セルを挟むようにして、実施例2及び3(それぞれ

実施例10及び11)で得られた用いた光学補償シート2枚を装着した。その後、一番外側に全体を挟むようにして、偏光板2枚を偏光軸が互いに直交するように貼り付け、本発明のカラー液晶表示装置を作成した。

【0109】[比較例6] シャープ(株)製TFT型液晶カラーテレビ6E-C3の偏光板を剥がし、実施例10で用いたものと同じ偏光板2枚を、液晶セルを挟むようにして、偏光軸が互いに直交するように貼り付け、カラー液晶表示装置を作成した。

【0110】得られたカラー液晶表示装置について、白

	シート No.	視野角(度)	
		上下	左右
実施例10	OCS-B	123	115
実施例11	OCS-C	130	120
比較例6	なし	50	70

【0112】表3から明らかなように、実施例10及び11のカラー液晶表示装置は、比較例6のものに比べて、白黒表示におけるコントラストから見た視野角が大幅に拡大されていることがわかる。また比較例6のカラー液晶表示装置にビデオ信号を入力しフルカラーの画像を表示させると、上から見ると画像が白っぽく、全体に黄色味を帯びており、また下からみると黒表示部はすぐに反転した。左右から見ると黒表示部での反転はないが、全体にコントラストが低下して、黄色味を帯びており、視野角を大きくした時の画質の低下は著しい。一方、実施例10及び11で得られたカラー液晶表示装置では、下から見た場合、視野角を大きくしたときに黒表示部での反転がみられたが、上及び左右から見た場合は、黒表示部での反転は見られず、また画像の黄変も僅かであり、視野角増加による画質の低下は、少なかった。

【0113】

【発明の効果】本発明の光学補償シートを用いたTN型液晶セルを有する液晶表示装置及びカラー液晶表示装置は、視野角が大きく拡大しており、視野角の増加に伴う黒表示部の反転、諧調の反転、画像の着色等の発生が大きく低減されており、優れた視野角特性を示す。特にTFTのような非線形能動素子を有する液晶表示装置の視角特性を著しく改善することが可能で、視認性のすぐれた高品位の液晶表示装置を提供することができる。また、本発明の光学補償シートをMIMなどの3端子素子、TFDなどの2端子素子を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子に適用しても優れた効果が得られることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

表示、黒表示を行い、上下左右でのコントラスト比が10:1となる視角を測定した。即ち、得られたカラー液晶表示装置に矩形波の電圧を印加し、正面方向および上/下および左/右方向へ傾いた方向からのコントラストを、分光計(LCD-5000, 大塚電子(株)製)を用いて測定し、コントラストが10となる上/下および左/右の視野角を求めた。得られた結果を、表3に示す。

【0111】

【表3】

表3

【図1】図1は、透明支持体(フィルム)面内の主屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ 、厚み方向の主屈折率 $n_z$ の関係を概略的に示す図である。

【図2】図2は、本発明の光学異方層の代表的構造を示す図である。

【図3】図3は、液晶表示装置の液晶層の代表的構造を示す図である。

【図4】図4は、本発明の光学補償シートの代表的構成及び三軸の主屈折率の関係を概略的に示す図である。

【図5】図5は、本発明の液晶表示装置の代表的構造を示す図である。

【図6】図6は、光学補償シートを用いた液晶表示装置におけるレターデーションの最小値の方向と液晶セルの基板のラビング方向との関係を示す図である。

【図7】図7は、図6をz軸方向から見た時に得られる図である。

【図8】図8は、一対の光学補償シートを用いた液晶表示装置におけるレターデーションの最小値の方向と液晶セルの基板のラビング方向との関係を示す図である。

【図9】図9は、図8をz軸方向から見た時に得られる図である。

【図10】図10は、2枚積層した光学補償シートを用いた液晶表示装置におけるレターデーションの最小値の方向と液晶セルの基板のラビング方向との関係を示す図である。

【図11】図11は、図10をz軸方向から見た時に得られる図である。

【図12】図12は、本発明のカラー液晶表示装置の代表的構造を示す図である。

【図13】図13は、本発明の光学補償シート(OCS

—B)の光学異方層のRと視野角の関係を示すグラフである。

【図14】図14は、本発明の実施例9で得られた液晶表示装置のコントラストに関する視野角特性を示すグラフである。

【符号の説明】

21、41 透明支持体  
22、42 配向膜  
23、43 光学異方層

23a、23b、23c 液晶性ディスコティック化合物

Pa、Pb、Pc ディスコティック構造単位的面

21a、21b、21c 透明支持体21の面に平行な面

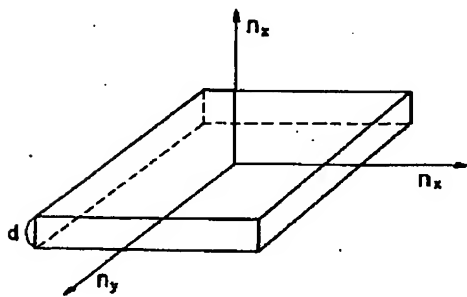
$\theta_a$ 、 $\theta_b$ 、 $\theta_c$  傾斜角

24 透明支持体の法線

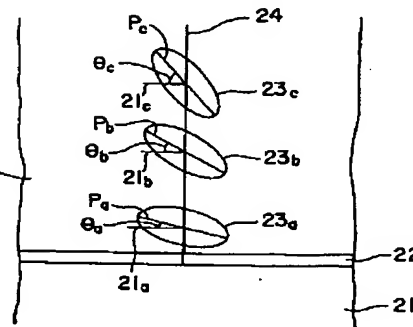
31a 31b 基板

33 TN液晶分子

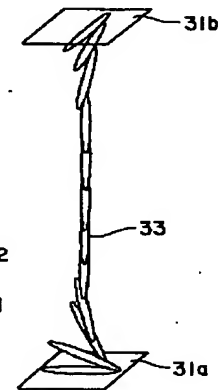
【図1】



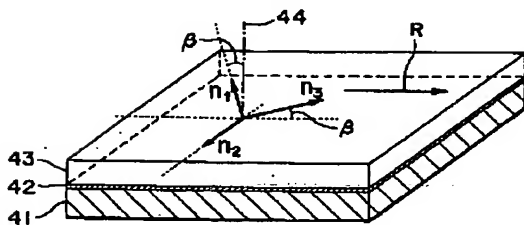
【図2】



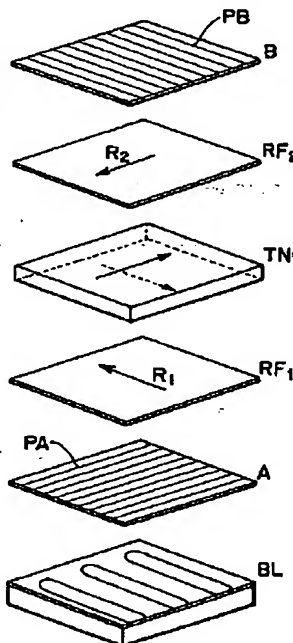
【図3】



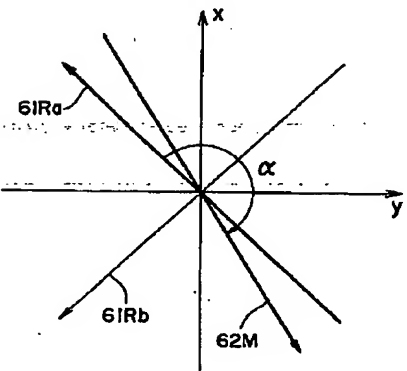
【図4】



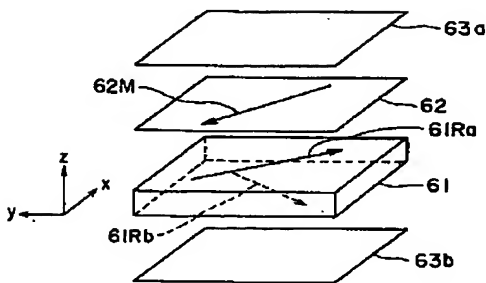
【図5】



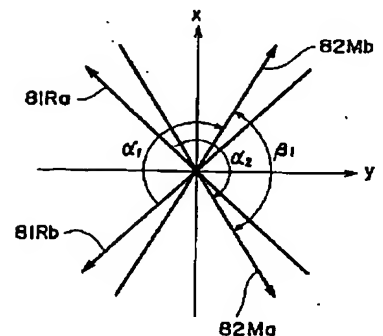
【図7】



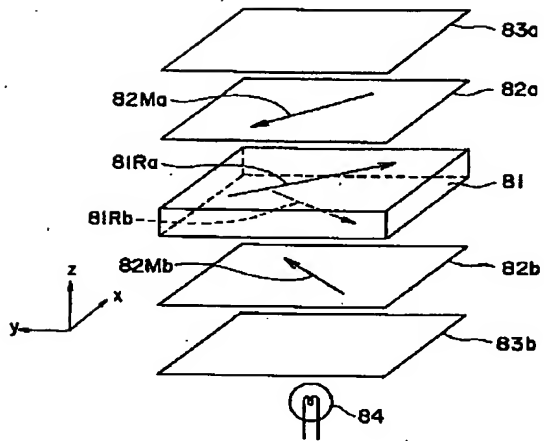
【図6】



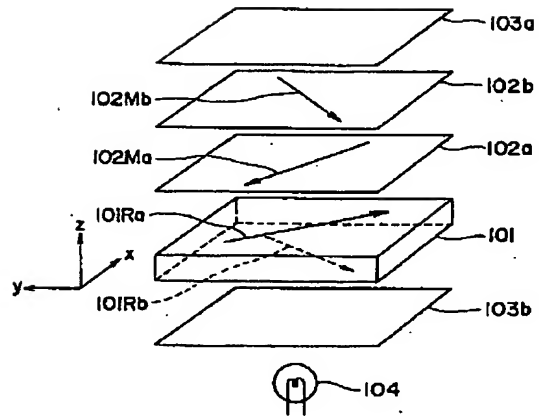
【図9】



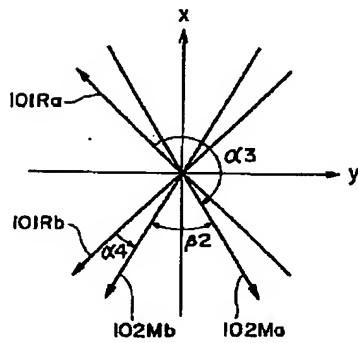
【図8】



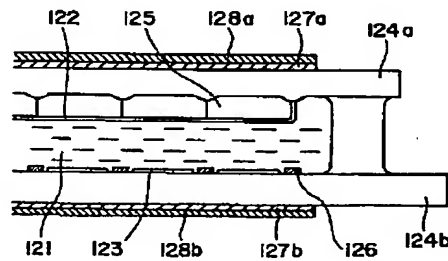
【図10】



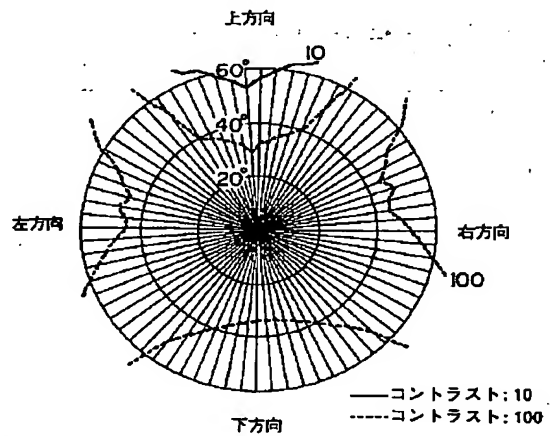
【図11】



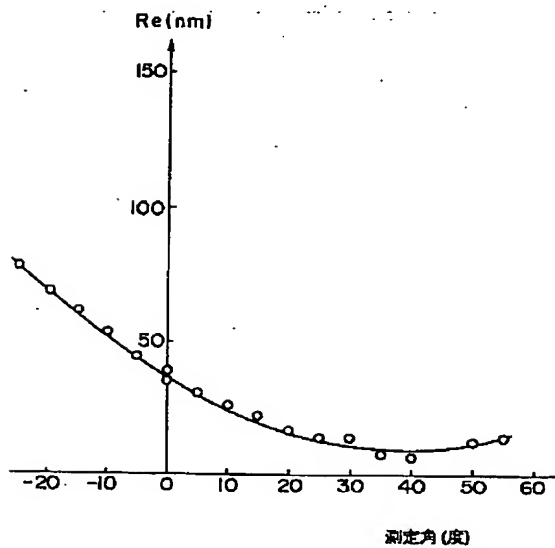
【図12】



【図14】



【図13】





## フロントページの続き

(72)発明者 鎌田 晃  
神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写  
真フィルム株式会社内  
(72)発明者 西浦 陽介  
神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写  
真フィルム株式会社内

(56)参考文献 特開 平2-304526 (J P, A)  
特開 平4-349424 (J P, A)  
特開 平3-276123 (J P, A)  
特開 平3-291601 (J P, A)  
特開 平7-63916 (J P, A)  
特開 平7-146409 (J P, A)

COMPUTER TRANSLATION OF JP-B-2587398

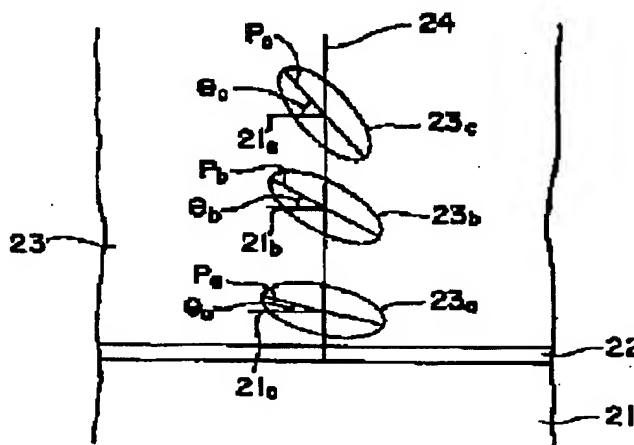
**OPTICAL COMPENSATION SHEET, LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

**Patent number:** JP8050206  
**Publication date:** 1996-02-20  
**Inventor:** ITO YOJI; NAKAMURA TAKU; MORI HIROYUKI;  
KAMATA AKIRA; NISHIURA YOSUKE  
**Applicant:** FUJI PHOTO FILM CO LTD  
**Classification:**  
- **international:** G02B5/30; G02F1/133  
- **european:**  
**Application number:** JP19950157028 19950531  
**Priority number(s):** JP19950157028 19950531; JP19940286363 19941121;  
JP19940118961 19940531

Report a data error here

**Abstract of JP8050206**

**PURPOSE:** To provide an optical compensation sheet, liquid crystal display device and color liquid crystal display device which are easily producible and are enlarged in visual field angle. **CONSTITUTION:** The optically anisotropic layer 23 of the optical compensation sheet consisting of a transparent base 21 and the optically anisotropic layer 23 disposed thereon is a layer consisting of a compd. having a discotic structural unit and having negative double refraction and the disk surface of the discotic structural unit inclines with the plane of the transparent base 21. In addition, the angle formed by the disk surface of the discotic structural unit and the plane of the transparent base 21 is changed in the depth direction of the optically anisotropic layer 23. This liquid crystal display device and color liquid crystal display device have such sheet.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## (57) [Claim(s)]

[Claim 1] The optical compensation sheet characterized by to be the optical compensation sheet which consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it, and to be the layer which has the negative birefringence which this optical anisotropic layer becomes from the compound which has a discotheque structural unit, and for the disk side of this discotheque structural unit to lean to the transparence base material side, and for the include angle of the disk side of this discotheque structural unit and a transparence base material side to make to change in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[Claim 2] The optical compensation sheet according to claim 1 which this include angle is increasing with the increment in the distance from the base of an optical anisotropic layer in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[Claim 3] The optical compensation sheet according to claim 1 with which this optical anisotropic layer contains cellulose ester further.

[Claim 4] A transparence base material has optically uniaxial [ negative ] optically, and has an optical axis in the direction of a normal of this transparence base material side. The further following conditions:  $20 \leq \{(nx+ny)/2-nz\} \cdot d \leq 400$  (however, nx and ny express the principal indices of refraction within the field of a base material, and nz expresses the principal indices of refraction of the thickness direction d) the thickness of a base material -- expressing -- and the unit of the above-mentioned formula -- nm -- it is -- the optical compensation sheet according to claim 1 to satisfy.

[Claim 5] The optical compensation sheet according to claim 1 with which the orientation film is formed between the optical anisotropic layer and the transparence base material.

[Claim 6] The optical compensation sheet according to claim 5 with which the orientation film consists of hardening film of a polymer.

[Claim 7] The liquid crystal cell which consists of a substrate with the transparent electrode of a pair, and a nematic liquid crystal which was enclosed between the substrate, and which could be twisted and carried out orientation, In the liquid crystal display which consists of an optical compensation sheet prepared between the orientation plate of the pair prepared in the both sides of a liquid crystal cell, and a liquid crystal cell and an orientation plate This optical compensation sheet consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it. And this optical anisotropic layer It is the layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a discotheque structural unit. The liquid crystal display characterized by for the disk side of this discotheque structural unit leaning to the transparence base material side furthermore and the include angle of the disk side of this discotheque structural unit and a transparence base material side to make changing in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[Claim 8] The liquid crystal cell which consists of a substrate of the pair which has a transparent electrode, a pixel electrode, and a color filter, and a nematic liquid crystal which was enclosed between the substrate, and which could be twisted and carried out orientation, In the color liquid crystal display which consists of an optical compensation sheet prepared between the orientation plate of the pair prepared in the both sides of a liquid crystal cell, and a liquid crystal cell and an orientation plate This optical compensation sheet consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it. And this optical anisotropic layer It is the layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a disk tick structural unit. The color liquid crystal display characterized by for the disk side of this discotheque structural unit leaning to the transparence base material side furthermore, and the include angle of the disk side of this discotheque

structural unit and a transporence base material side to make changing in the depth direction of an optical anisotropic layer.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the liquid crystal display which has an optical compensation sheet and an optical compensation sheet, and the liquid crystal display of a color.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a display of OA equipment, such as a desktop mold personal computer and a word processor, CRT (cathode ray tube) has so far been used mainly. Recently, with the thin shape, since a light weight and power consumption are small, the liquid crystal display (Following LCD is called) is widely used instead of CRT. Generally LCD consists of a polarizing plate of the pair prepared in a liquid crystal cell and its both sides. As for much of such LCD, the torsion nematic liquid crystal is used.

[0003] The means of displaying of LCD can roughly be divided into birefringence mode and rotatory-polarization mode. The super TSUISU Ted nematic liquid crystal which has angle of torsion and the steep electro-optics property exceeding 90 degrees is used for the super-torsion (super TSUISU Ted) nematic liquid crystal display (STN-LCD is called below) using birefringence mode. For this reason, the mass display by time-sharing drive is possible for such STN-LCD. However, since a problem with difficulty has the gradation display with a slow (hundreds mses) speed of response, STN-LCD is inferior compared with the display property of the liquid crystal display (an example, TFT-LCD, and MIM-LCD) which used the active element. In TFT-LCD and MIM-LCD, the torsion pneumatic liquid crystal which has 90 angle of torsion and forward birefringences is used in order to display an image. In the display mode of TN-LCD, high-speed responsibility (dozens mses) and high contrast are acquired. Therefore, rotatory-polarization mode is advantageous in many respects compared with birefringence mode or other modes. However, since TN-LCD changes with include angles in case a foreground color and display contrast look at a liquid crystal display (angle-of-visibility property), the display property has not resulted in the level of CRT.

[0004] In order to improve the above-mentioned angle-of-visibility property (namely, expansion of an angle of visibility), the proposal that a phase contrast plate (optical compensation sheet) is formed between the polarizing plate of a pair and a liquid crystal cell is indicated by JP,4-229828,A and JP,4-258923,A. The phase contrast plate proposed in the above-mentioned official report compensates the phase contrast which phase contrast discovers when it leans and is generated now by the liquid crystal cell although an optical operation is not given at all from the front since vertical phase contrast is about 0 to a liquid crystal cell. This phase contrast has brought about the angle-of-visibility property which is desirable as for neither coloring of a display image nor disappearance. The sheet with which it had the negative birefringence so that the forward birefringence of a nematic liquid crystal might be compensated as such an optical compensation sheet, and the optical axis leans is effective.

[0005] It had the negative birefringence to JP,6-75115,A and EP 0576304A1, and the optical axis leans to them and the optical compensation sheet is indicated. That is, the above-mentioned sheet is manufactured by extending polymers, such as a polycarbonate and polyester, and has the direction of the principal indices of refraction which inclined from the normal of a sheet. Since very complicated extension processing is needed in order to manufacture the above-mentioned sheet by extension processing, it is very difficult to manufacture by the approach which is having the optical compensation sheet of a large area indicated.

[0006] \*\*\*\*\* using the liquid crystallinity polymer on the other hand. For example, the optical compensation sheet obtained by applying to the orientation film front face on a support film the polymer which

has liquid crystallinity is indicated by JP,3-9326,A and JP,3-291601,A. However, since the polymer which has liquid crystallinity does not show orientation sufficient on the orientation film, it can almost expand an angle of visibility in no directions. Moreover, the optical compensation sheet (birefringent plate) which becomes JP,5-215921,A from the polymerization nature cylindrical compound which has a base material, liquid crystallinity, and a forward birefringence is indicated. This optical compensation sheet is obtained by the base material spreading and by carrying out heat hardening in the solution of a polymerization nature cylindrical compound. However, since the polymer which has this liquid crystallinity does not have a birefringence, an omnidirectional angle of visibility is hardly unexpandable.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the optical compensation sheet which could manufacture easily and the angle of visibility expanded. Moreover, the purpose of this invention is to offer the optical compensation sheet which has the minimum value of a retardation in the direction which can manufacture easily, has negative negative refraction, and inclined from the normal of a sheet. Furthermore, the purpose of this invention is to offer the liquid crystal display which has the optical compensation sheet which an angle of visibility expands and the contrast fall by viewing-angle change and gradation and monochrome reversal, hue change, etc. hardly generate. Furthermore, the purpose of this invention is to offer the color liquid crystal display which has the optical compensation sheet which an angle of visibility expands and the contrast fall by viewing-angle change and gradation and monochrome reversal, hue change, etc. hardly generate.

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention is an optical compensation sheet which consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it. This optical anisotropic layer It is the layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a discotheque structural unit. And the disk side (only henceforth a "field") of this discotheque structural unit It is in the optical compensation sheet characterized by leaning to the transparence base material side, and the include angle of the disk side of this discotheque structural unit and a transparence base material side to make changing in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[0009] The desirable mode of the above-mentioned optical compensation sheet is as follows.

- 1) The above-mentioned optical compensation sheet which this include angle is increasing with the increment in the distance from the base of an optical anisotropic layer in the depth direction of an optical anisotropic layer.
- 2) The above-mentioned optical compensation sheet from which this include angle changes in 5 - 85 degrees.
- 3) The above-mentioned optical compensation sheet which has the minimum value of this include angle in the range of 0 - 85 degrees (preferably 5 - 40 degrees), and is in the range (preferably 30 - 85 degrees) the maximum of whose is 5 - 90 degrees.
- 4) The above-mentioned optical compensation sheet which has the difference of the minimum value of this include angle, and maximum in the range of 5 - 70 degrees (preferably 10 - 60 degrees).
- 5) The above-mentioned optical compensation sheet from which this include angle is the depth direction of an optical anisotropic layer, and is changing continuously with the increment in the distance from the base of an optical anisotropic layer (it increases preferably).
- 6) The above-mentioned optical compensation sheet with which the optical anisotropic layer contains cellulose ester further.
- 7) The above-mentioned optical compensation sheet with which the optical anisotropic layer contains cellulose acetate butylate further.
- 8) The above-mentioned optical compensation sheet whose Hayes of an optical anisotropic layer is 5.0 or less.
- 9) The above-mentioned optical compensation sheet with which the optical anisotropic layer forms a mono-domain or many domains with a size of 0.1 micrometers or less.
- 10) A transparence base material has optically uniaxial [ negative ] optically, and has an optical axis in the direction of a normal of this transparence base material side. The further following conditions:  $20 \leq \{(n_x + n_y) / 2 - n_z\} \cdot x d \leq 400$  (however,  $n_x$  and  $n_y$  express the principal indices of refraction within the field of a base material, and  $n_z$  expresses the principal indices of refraction of the thickness direction  $d$ ) the thickness of a base material -- expressing -- and the unit of the above-mentioned formula -- nm -- it is -- the above-mentioned optical compensation sheet to satisfy.

- 11) The above-mentioned optical compensation sheet with which the orientation film (preferably hardening film of a polymer) is formed between the optical anisotropic layer and the transparence base material.
  - 12) The optical compensation sheet of the above 10 with which undercoat is formed between an optical anisotropic layer and the orientation film.
  - 13) The above-mentioned optical compensation sheet with which the protective layer is formed on the optical anisotropic layer.
  - 14) The above-mentioned optical compensation sheet which has the minimum value of the absolute value of retardations other than zero in the direction to which the optical anisotropic layer inclined from [ of an optical compensation sheet ] the normal.
  - 15) The above-mentioned optical compensation sheet with which a transparence base material has 80% or more of light transmittance, and has the optical axis in the direction of a normal of a base material.
  - 16) The above-mentioned 11 optical compensation sheet this whose orientation film is the polymer layer by which rubbing processing was carried out.
  - 17) The above-mentioned 11 optical compensation sheet this whose orientation film is vacuum evaporation film obtained by carrying out the slanting vacuum evaporation of the inorganic compound.
- [0010] Moreover, the liquid crystal cell which this invention becomes from a substrate with the transparent electrode of a pair, and the nematic liquid crystal which was enclosed between the substrate, and which could be twisted and carried out orientation, In the liquid crystal display which consists of an optical compensation sheet prepared between the orientation plate of the pair prepared in the both sides of a liquid crystal cell, and a liquid crystal cell and an orientation plate This optical compensation sheet consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it. And this optical anisotropic layer It is the layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a disk tick structural unit. Further The disk side of this discotheque structural unit, It is shown also in the liquid crystal display characterized by leaning to the transparence base material side, and the include angle of the disk side of this discotheque structural unit and a transparence base material side to make changing in the depth direction of an optical anisotropic layer.
- [0011] The desirable mode of the above-mentioned liquid crystal display is as follows.
- 1) The above-mentioned liquid crystal display which this include angle is increasing with the increment in the distance from the base of an optical anisotropic layer in the depth direction of an optical anisotropic layer.
  - 2) The above-mentioned liquid crystal display from which this include angle changes in 5 - 85 degrees.
  - 3) The above-mentioned liquid crystal display which has the minimum value of this include angle in the range of 0 - 85 degrees (preferably 5 - 40 degrees), and is in the range (preferably 30 - 85 degrees) the maximum of whose is 5 - 90 degrees.
  - 4) The above-mentioned liquid crystal display with which the optical anisotropic layer contains cellulose ester (preferably cellulose acetate butylate) further.
  - 5) The above-mentioned liquid crystal display with which the orientation film is formed between the optical anisotropic layer and the transparence base material.
  - 6) The above-mentioned liquid crystal display which has the minimum value of the absolute value of retardations other than zero in the direction to which the optical anisotropic layer inclined from [ of an optical compensation sheet ] the normal.
  - 7) The liquid crystal display of the above 6 arranged on the liquid crystal cell so that the angle of the direction of [ when the substrate of a liquid crystal cell has the orientation front face by which rubbing processing was carried out in an one direction and an optical compensation sheet carries out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the retardation on a liquid crystal cell ], and the direction of rubbing on the front face of a substrate of the liquid crystal cell near this optical compensation sheet to make may become 90 - 270 degrees.
  - 8) Preparing [ the optical compensation sheet of one sheet or two sheets is prepared in one liquid crystal cell side, or / two sheets ]-in both sides of liquid crystal cell liquid crystal display.
- [0012] Furthermore, the substrate of a pair with which this invention has a transparent electrode, a pixel electrode, and a color filter, In the color liquid crystal display which consists of an optical compensation sheet prepared between the orientation plate of the pair prepared in the both sides of the liquid crystal cell which consists of a nematic liquid crystal which was enclosed between the substrate, and which could be twisted and carried out orientation, and a liquid crystal cell, and a liquid crystal cell and an orientation plate This optical



compensation sheet consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it. And this optical anisotropic layer It is the layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a disk tick structural unit. Furthermore, the disk side of this discotheque structural unit is shown also in the color liquid crystal display characterized by leaning to the transparence base material side, and the include angle of the disk side of this discotheque structural unit and a transparence base material side to make changing in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[0013] The desirable mode of the above-mentioned color liquid crystal display is as follows.

- 1) The above-mentioned color liquid crystal display which this include angle is increasing with the increment in the distance from the base of an optical anisotropic layer in the depth direction of an optical anisotropic layer.
- 2) The above-mentioned color liquid crystal display from which this include angle changes in 5 - 85 degrees.
- 3) The above-mentioned color liquid crystal display which has the minimum value of this include angle in the range of 0 - 85 degrees (preferably 5 - 40 degrees), and is in the range (preferably 30 - 85 degrees) the maximum of whose is 5 - 90 degrees.
- 4) The above-mentioned color liquid crystal display with which the optical anisotropic layer contains cellulose ester (preferably cellulose acetate butylate) further.
- 5) The above-mentioned color liquid crystal display with which the orientation film is formed between the optical anisotropic layer and the transparence base material.
- 6) The above-mentioned color liquid crystal display with which one side of the substrate of a pair has a pixel (transparence) electrode, and another substrate has an opposite transparent electrode and a color filter.
- 7) (transparence) A pixel electrode is TFT (thin-film-transistor) or MIM (metal-insulator-metal) as a nonlinear active element. Color liquid crystal display of the above 6 which it has.
- 8) The above-mentioned color liquid crystal display two absorption shafts of the polarizing plate of a pair have the relation of a right angle mutually and which is used in no MARI White mode.
- 9) The above-mentioned color liquid crystal display two absorption shafts of the polarizing plate of a pair have an parallel relation mutually and which is used in NOMA reeve rack mode.
- 10) The above-mentioned color liquid crystal display which has the minimum value of the absolute value of retardations other than zero in the direction to which the optical anisotropic layer inclined from [ of an optical compensation sheet ] the normal.
- 11) The liquid crystal display of the above 10 arranged on the liquid crystal cell so that the angle of the direction of [ when the substrate of a liquid crystal cell has the orientation front face by which rubbing processing was carried out in an one direction and an optical compensation sheet carries out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the retardation on a liquid crystal cell ], and the direction of rubbing on the front face of a substrate of the liquid crystal cell near this optical compensation sheet to make may become 90 - 270 degrees.

[0014] The optical compensation sheet of this invention is an optical compensation sheet which consists of an optical anisotropic layer formed a transparence base material and on it, and an optical anisotropic layer is a layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a disk tick structural unit. As an example of the compound which has a disk tick structural unit, the polymer obtained by the polymerization of the discotheque liquid crystallinity compound of low molecular weight, such as a monomer, or a polymerization nature discotheque liquid crystallinity compound can be mentioned. Generally a discotheque compound can be divided roughly into the compound which has a discotheque liquid crystal phase (namely, discotheque nematic phase), and a compound without a discotheque liquid crystal phase. Generally a discotheque compound has a negative birefringence. This invention uses the negative form birefringence of a discotheque compound, and attains a discotheque structural unit by leaning and arranging so that the include angle of the field (disk side) of this discotheque structural unit and a transparence base material side may change in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[0015] As for the optical compensation sheet of this invention, it is desirable to consist of an optical anisotropic layer which consists of a compound which has the disk tick structural unit established a transparence base material and on it, and to form a transparence base material and an optical anisotropic layer for the orientation film further. The orientation film may be prepared on an optical anisotropic layer, when forming two or more optical anisotropic layers. Moreover, it is desirable to prepare undercoat (glue line) between a transparence substrate and the orientation film. A protective layer may be prepared in the rear face of a substrate an optical

anisotropic layer top.

[0016] As an ingredient of the transparence base material of this invention, as long as it is transparent, any ingredients can be used. The ingredient with which light transmittance has 80% or more is desirable, and when it sees especially from a transverse plane, what has the optical isotropy is desirable. Therefore, as for a transparence base material, it is desirable to manufacture from the ingredient which has a small proper birefringence. As such an ingredient, commercial items, such as ZEONEKKUSU (Nippon Zeon Co., Ltd. make), ARTON (Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. make), and FUJITAKKU (Fuji Photo Film Co., Ltd. make), can be used. Furthermore, even if it is a material with large rates of a proper birefringence, such as a polycarbonate, polyarylate, polysulfone, and polyether sulphone, it can obtain conditions, such as solution flow casting and melting extrusion, and by setting the letter examination of extension as length and a longitudinal direction suitably further.

[0017] When thickness of  $n_z$  and a film is set [ the principal indices of refraction within a transparence base material (film) side ] to  $d$  for the principal indices of refraction of  $n_x$ ,  $n_y$ , and the thickness direction, it is desirable that RETADESHON to which the relation of the principal indices of refraction of three shafts is satisfied with of  $n_z < n_y = n_x$  (optically uniaxial [ negative ]), and is expressed with formula  $\{(n_x + n_y) / 2 - n_z\} \times d$  is 20nm to 400nm (preferably 30-150nm). However, if the value of  $n_x$  and  $n_y$  does not need to be strictly equal and is almost equal, it is enough. If it is  $|n_x - n_y| / |n_x - n_z| \leq 0.2$ , specifically, it will be satisfactory practically. | As for the transverse-plane retardation expressed with  $n_x - n_y \times d$ , it is desirable that it is 50nm or less, and it is still more desirable that it is 20nm or less. The above-mentioned relation between  $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$ , and  $d$  is shown in drawing 1.

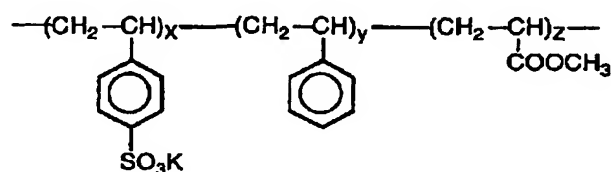
[0018] It is desirable to prepare undercoat for being on a transparence base material, in order to increase the bond strength of a transparence base material and the orientation film. Generally formation of undercoat is formed in the front face of the transparence base material which carried out surface treatment by spreading. As surface treatment, a chemical treatment, machine processing, corona discharge treatment, flame processing, UV processing, RF processing, glow discharge processing, activity plasma treatment, and ozonate processing can be mentioned. Glow discharge processing is desirable. The various devices also as a configuration of undercoat are performed, the layer (it abbreviates to the 1st layer of undercoat hereafter) well stuck to a high polymer film as the 1st layer is prepared, and there are the so-called superposition method which applies the resin layer (it abbreviates to the 2nd layer of undercoat hereafter) of the hydrophilic property well stuck with the orientation film as the 2nd layer on it, and a single layer method which carries out chisel spreading of the resin layer containing both a hydrophobic radical and a hydrophilic radical further.

[0019] In the 1st layer of the undercoat in a superposition method, for example A vinyl chloride, a vinylidene chloride, Copolymer; polyethyleneimine; epoxy resin; graft-ized gelatin which uses as a start raw material the monomer chosen from a butadiene, the methacrylic acid, the acrylic acid, the itaconic acid, the maleic anhydride, etc.; The Pori nitrocellulose; Pori vinyl bromide and vinyl fluoride, polyvinyl acetate, Chlorinated polyethylene, chlorination polypropylene, bromination polyethylene, Chlorinated rubber, a vinyl chloride-ethylene copolymer, a vinyl chloride-propylene copolymer, A vinyl chloride-styrene copolymer, a chlorination isobutylene copolymer, a vinyl chloride-vinylidene-chloride copolymer, A vinyl chloride-styrene-maleic-anhydride ternary polymerization object, a vinyl chloride-styrene acrylonitrile copolymer, A vinyl chloride-butadiene copolymer, a vinyl chloride-isoprene copolymer, A vinyl chloride-chlorination propylene copolymer, a vinyl chloride-vinylidene-chloride-vinyl acetate ternary polymerization object, A vinyl chloride-acrylic ester copolymer, a vinyl chloride-maleate copolymer, A vinyl chloride-methacrylic ester copolymer, a vinyl chloride acrylonitrile copolymer, An internal plasticization polyvinyl chloride, a vinyl chloride vinyl acetate copolymer, a polyvinylidene chloride, A vinylidene-chloride-methacrylic ester copolymer, a vinylidene-chloride-acrylonitrile copolymer, Halogen-containing synthetic resin, such as a vinylidene-chloride acrylic ester copolymer, a chloro ethyl-vinyl-ether-acrylic ester copolymer, and polychloroprene; Polyethylene, Alpha olefin copolymers, such as polypropylene PIEN, polybutene, Polly 3-methylbutene and Polly 1, and 2-butadiene; Ethylene propylene rubber, An ethylene-vinyl ether copolymer, the ethylene-propylene -1, 4-hexadiene copolymer, An ethylene-vinylacetate copolymer, a butene-1-pro bilene copolymer, The blend object of Butadiene Acrylonitrile and these copolymers, and halogen content resin; An acrylic-acid methyl ester-acrylonitrile copolymer, An ethyl-acrylate ester-styrene copolymer, a methacrylic-acid-methylester-acrylonitril copolymer, A polymethacrylic acid methyl ester and methacrylic-acid-methylester-styrene copolymer, A

[0020] In a single layer method, a high polymer film is expanded, and by carrying out interface mixing to a hydrophilic undercoat polymer, undercoat is formed so that good adhesion may be acquired. As a hydrophilic undercoat polymer used for this invention, a water-soluble polymer, cellulose ester, a latex polymer, water-soluble polyester, etc. can be used. As a water-soluble polymer, gelatin, a gelatin derivative, casein, an agar, sodium alginate, starch, polyvinyl alcohol, a polyacrylic acid copolymer, a maleic-anhydride copolymer, etc. can be mentioned, and a carboxymethyl cellulose and hydroxyethyl cellulose can be mentioned as cellulose ester. As a latex polymer, a vinyl chloride content copolymer, a vinylidene-chloride content copolymer, an acrylic ester content copolymer, a vinyl acetate content copolymer, and a butadiene content copolymer can be mentioned. This most desirable is gelatin. That for which the so-called liming gelatin, acid-treatment gelatin, enzyme processing gelatin, a gelatin derivative, derivatized gelatin, etc. are generally used as gelatin can be used. Liming gelatin and acid-treatment gelatin are most preferably used among these gelatin. Various impurities [ in / in \*\*'s and others gelatin / the making process ] (metals, such as Na, K, Li, Rb, calcium, Mg, Ba, Ce, Fe, Sn, Pb, aluminum, Si, Ti, Au, Ag, Zn, and nickel, ion of those, etc.), for example, 0.11-20000 ppm metals Ion (F-, Cl-, Br-, I-, sulfate ion, nitrate ion, acetic-acid ion, ammonium ion, etc.) may be contained. Especially in liming gelatin, it is common to contain the ion of calcium or Mg, the content has common 10-3000 ppm, and 1000 ppm or less are 500 ppm or less desirable still more preferably from the point of the spreading engine performance of undercoat.

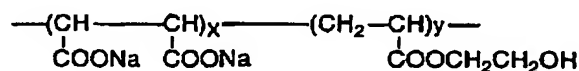
[0022]

P-1



[Formula 2]

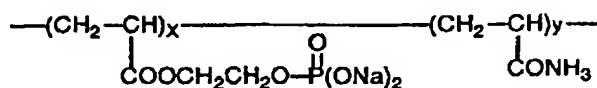
P-2



x:y=70:30 average molecular weight: 45000 [0024]

[Formula 3]

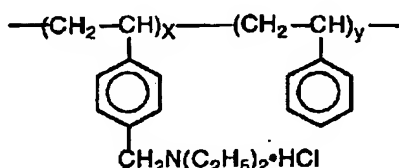
P-3



x:y=50:50 average molecular weight: 12000 [0025]

[Formula 4]

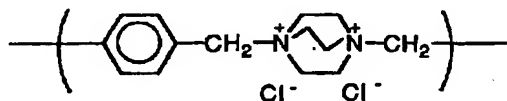
P-4



x:y=30:70 condition: Latex [0026]

[Formula 5]

P-5



Average molecular weight: 10000 [0027] In addition, the coating liquid for undercoat formation can make various kinds of additives contain if needed. For example, a surfactant, \*\*\*\*\*-proof, a pigment, a spreading assistant, etc. can be mentioned. Moreover, well-known various gelatin curing agents can be used for the undercoat of this invention. As a gelatin curing agent, chromium salt (chromium alum etc.), aldehydes (formaldehyde, glutaraldehyde, etc.), isocyanates, epichlorohydrin resin and poly AMAIDO-epichlorohydrin resin, a cyanuric chloride system compound, a vinyl sulfone or a sulfonyl system compound, a carbamoyl ammonium salt system compound, a friend JINIUMU salt system compound, a carbodiimide compound, a pyridinium salt system compound, etc. can be mentioned.

[0028] Extent which does not spoil transparency substantially can be made to contain an inorganic or organic particle as a mat agent in the undercoat of this invention. As a mat agent of a non-subtlety particle, a silica ( $\text{SiO}_2$ ), a titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ), a calcium carbonate, a magnesium carbonate, etc. can be used. As an organic particle mat agent, the polymer indicated by polymethylmethacrylate, cellulose acetate propionate, polystyrene, and U.S. Pat. No. 4142894 can be used. The mean particle diameter of these particle mat agents has a 0.01-10-micrometer desirable thing. It is 0.05-5 micrometers more preferably. Moreover, the content is 0.5 - 600 mg/m<sup>2</sup> It is desirable and they are further 1 - 400 mg/m<sup>2</sup>. It is desirable.

[0029] Generally the orientation film is prepared on a transparence base material or the above-mentioned undercoat. The orientation film functions as specifying the direction of orientation of a liquid crystallinity disotheque compound established on it. And this orientation gives the optical axis which inclined from the optical compensation sheet. As long as the orientation film can give a stacking tendency to an optical anisotropic layer, what kind of layer is sufficient as it. The layer to which orientation of the dielectric was carried out as a desirable example of the orientation film by grant of the layer by which rubbing processing of the organic compound (preferably polymer) was carried out, the method vacuum evaporationo layer of slanting of an inorganic compound and the layer which has a micro groove, the built up film further formed of Langmuir-Blodgett's techniques (LB film), such as omega-tricosane acid, dioctadecyl methylanmmmonium chloride, and stearyl acid methyl, electric field, or a magnetic field can be mentioned.

[0030] As an example of the organic compound for orientation film, polymethylmethacrylate, an acrylic acid / methacrylic-acid copolymer, Styrene / maleimide copolymer, polyvinyl alcohol, Pori (N-methylol acrylamide), Styrene / vinyltoluene copolymer, chlorosulfonated polyethylene, A nitrocellulose, a polyvinyl chloride,

chlorinated polyolefins, polyester, Compounds, such as polymers, such as polyimide, vinyl acetate / vinyl chloride copolymer, ethylene / vinyl acetate copolymer, a carboxymethyl cellulose, polyethylene, polypropylene, and a polycarbonate, and a silane coupling agent, can be mentioned. As an example of a desirable polymer, alkyl denaturation poly BIRUARUKORU which has polyimide, polystyrene, the polymer of a styrene derivative, gelatin, poly BIRUARUKORU, and an alkyl group (six or more carbon atomic numbers are desirable) can be mentioned. The orientation film obtained by carrying out orientation processing of the layer of these polymers can carry out orientation of the liquid crystallinity discotheque compound aslant. [0031] Especially the polyvinyl alcohol of alkyl denaturation is desirable especially, and it excels in the capacity to carry out orientation of the liquid crystallinity discotheque compound to homogeneity. This is guessed for the strong interaction of the alkyl chain of an orientation film front face, and the alkyl side chain of discotheque liquid crystal. Moreover, the carbon atomic numbers 6-14 of an alkyl group are desirable, and it is still more desirable to have combined with polyvinyl alcohol through -S-, -(CH<sub>3</sub>) C(CN)-, or -(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) N-CS-S-. The above-mentioned alkyl denaturation polyvinyl alcohol has an alkyl group at a non-edge, and 80% or more of saponification degrees and its 200 or more polymerization degree are desirable. Moreover, commercial items by Kuraray Co., Ltd., such as MP103, MP203, and R1130, can be used for the polyvinyl alcohol which has an alkyl group in the above-mentioned side chain.

[0032] Moreover, the polyimide film (preferably fluorine atom content polyimide) widely used as orientation film of LCD is also desirable as organic orientation film. After this applies polyamic acid (for example, LQ/LX series by Hitachi Chemical Co., Ltd., SE series made from Nissan Chemistry, etc.) to a base material side and calcinates it at 100-300 degrees C for 0.5 to 1 hour, it is obtained by carrying out rubbing. Furthermore, as for the orientation film of this invention, it is desirable that it is the hardening film obtained to introduce a reactant radical into the above-mentioned polymer or by using the above-mentioned polymer with cross linking agents, such as an isocyanate compound and an epoxy compound, and stiffening these polymers.

[0033] Moreover, said rubbing processing can use the art widely adopted as liquid crystal orientation downstream processing of LCD. That is, the approach of obtaining orientation can be used by grinding the front face of the orientation film in the fixed direction using paper, gauze, the felt, rubber or nylon, polyester fiber, etc. It carries out, when die length and a size generally perform rubbing about several times using the cloth which transplanted hair on the average in uniform fiber.

[0034] moreover -- as the vacuum evaporatio no matter of the method vacuum evaporatio no film of slanting [ inorganic ] -- SiO -- representation -- carrying out -- TiO<sub>2</sub> and ZnO<sub>2</sub> etc. -- a metallic oxide -- being certain -- disagreeable -- MgF<sub>2</sub> etc. -- a fluoride -- metals, such as Au and aluminum, are mentioned further. In addition, if it is the thing of a high dielectric constant, a metallic oxide can be used as method vacuum evaporatio no matter of slanting, and will not be limited above. The method vacuum evaporatio no film of slanting [ inorganic ] can be formed using vacuum evaporatio no equipment. The method vacuum evaporatio no film of slanting [ inorganic ] can be formed by fixing and vapor-depositing a film (base material), or moving a long film and vapor-depositing continuously.

[0035] The approach of giving electric field or a magnetic field can be mentioned heating the optical anisotropic layer on a base material to the temperature which can form a discotheque liquid crystal layer as the approach of carrying out orientation of the optical anisotropic layer, without using the orientation film.

[0036] The optical anisotropic layer of this invention is formed on a transparence base material or the orientation film. The optical anisotropic layer of this invention is a layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a disk tick structural unit. That is, an optical anisotropic layer is a layer of the polymer obtained by the layer of the liquid crystallinity discotheque compound of low molecular weight, such as a monomer, or the polymerization (hardening) of the liquid crystallinity discotheque compound of polymerization nature. As an example of the disk tick (discoïd) compound of this invention C. Destrade's and others research report, Mol.Cryst.71 volume, The benzene derivative, C.Destrade's and others research report which are indicated by 111 pages (1981), Mol.Cryst.122 volume, 141 pages (1985), Physics lett, A, 78 volumes, The torr KISEN derivative, B.Kohne's and others research report which are indicated by 82 pages (1990), Angew.Chem.96 volume, the cyclohexane derivative indicated by 70 pages (1984), and J.M.Lehn's and others research report, J. Chem.Comm., 1794 pages (1985), J.Zhang's and others research report, J.Am.Chem.Soc.116 volume, an aza-crown system, a phenylacetylene system macro cycle indicated by 2655 pages (1994), etc. can be mentioned. Generally the above-mentioned disk tick (disc-like) compound makes

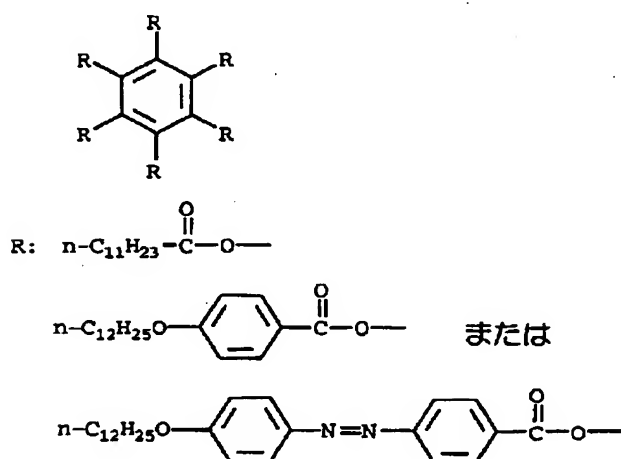
these the mother nucleus based on molecules, it is the structure where the alkyl group of a straight chain, an alkoxy group, a permutation benzoyloxy radical, etc. were permuted in the shape of a radiation as the straight chain, liquid crystallinity is shown, and what is generally called discotheque liquid crystal is contained. However, if the molecule itself has optically uniaxial [ negative ] and it can give fixed orientation, it will not be limited to the above-mentioned publication. Moreover, in this invention, the object finally made as having formed from the disc-like compound does not need to be said compound, for example, it has the radical to which said low-molecular discotheque liquid crystal reacts with heat, light, etc., and a polymerization or the thing which constructed the bridge, carried out macromolecule quantification and lost liquid crystallinity is also contained by the reaction with heat, light, etc. as a result.

[0037] The desirable example of the above-mentioned disk tick compound is shown below.

[0038]

[Formula 6]

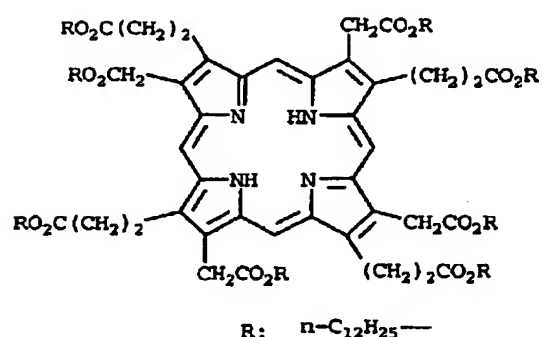
TE-1



[0039]

[Formula 7]

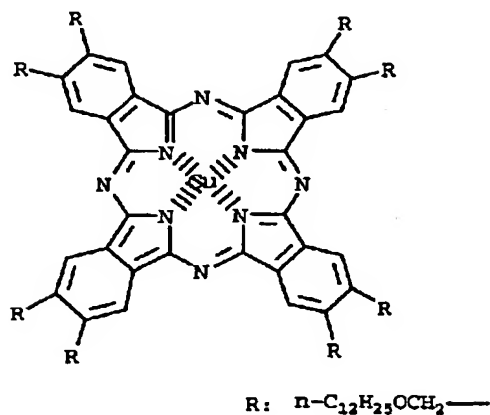
TE-2



[0040]

[Formula 8]

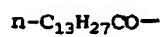
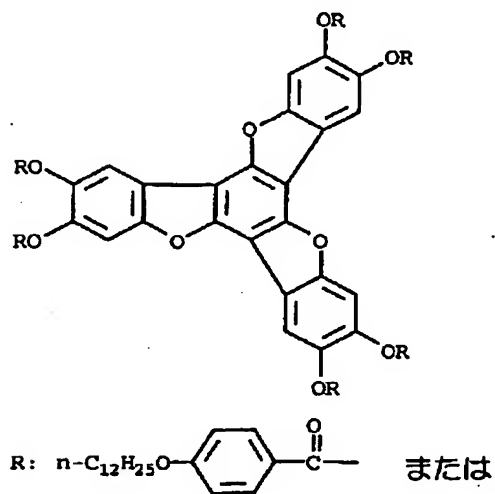
TE-3



[0041]

[Formula 9]

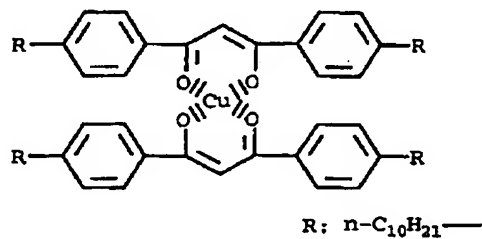
TE-4



[0042]

[Formula 10]

TE-5

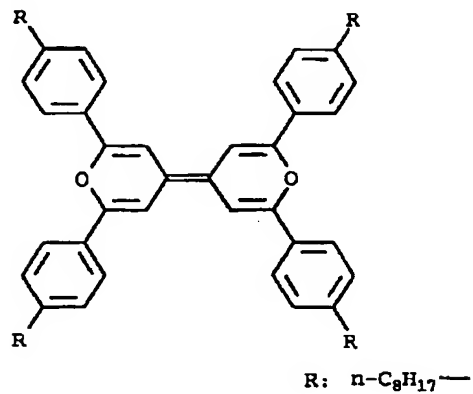


[0043]

[Formula 11]



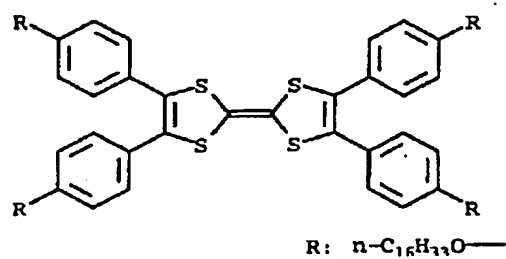
TE-6



[0044]

[Formula 12]

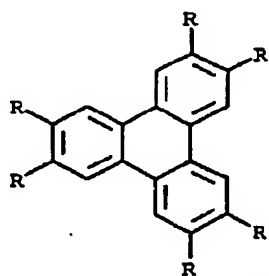
TE-7



[0045]

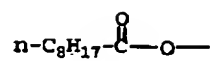
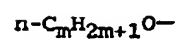
[Formula 13]

TE-8



(1)

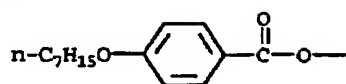
(2)



(m = 2 - 15 の整数)

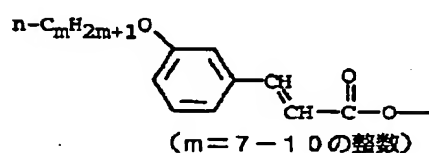
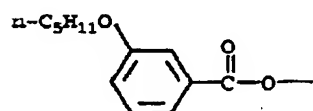
(3)

(4)



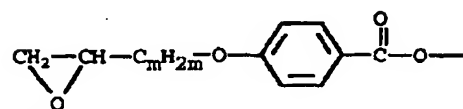
(5)

(6)



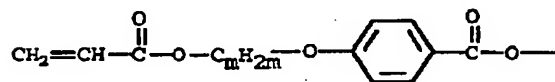
(7)

(m = 7 - 10 の整数)



(m = 4 - 10 の整数)

(8)

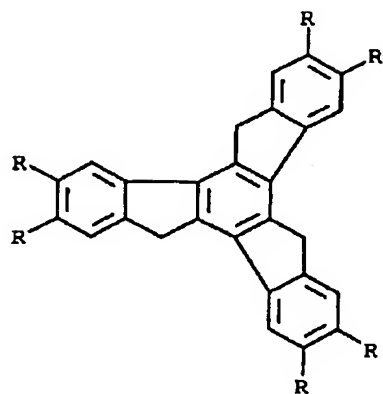


(m = 4 - 10 の整数)

[0046]

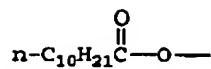
[Formula 14]

TE-9

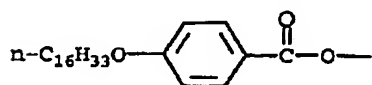


R:

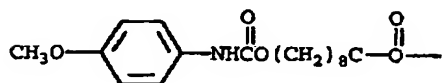
(1)



(2)



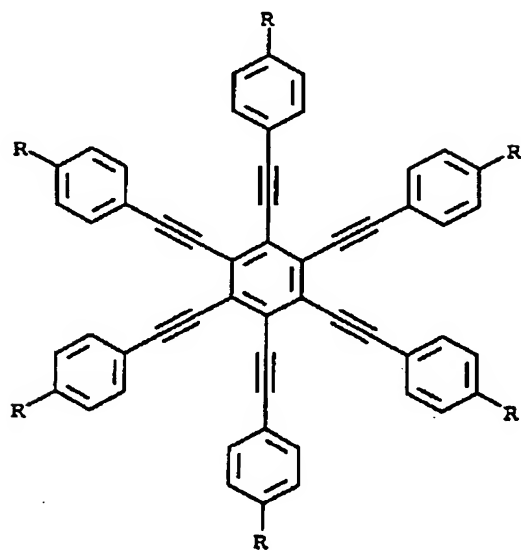
(3)



[0047]

[Formula 15]

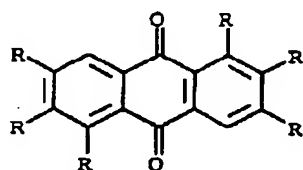
TE-10

R:  $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{O}-$ 

[0048]

[Formula 16]

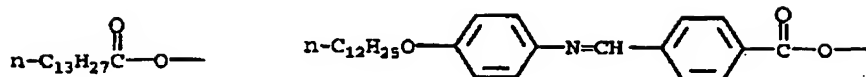
TE-11



R:

(1)

(2)



[0049] As for the optical compensation sheet of this invention, it is desirable to be produced by preparing the orientation film on a transperance base material, and subsequently to an orientation film top forming an optical anisotropic layer as mentioned above.

[0050] The optical anisotropic layer of this invention is a layer which has the negative birefringence which consists of a compound which has a disk tick structural unit, the field of a discotheque structural unit inclines to a transperance base material side, and the include angle of the field of this discotheque structural unit and a transperance base material side to make is changing in the depth direction of an optical anisotropic layer.

[0051] Generally, the include angle (tilt angle) of the field of the above-mentioned discotheque structural unit is the depth direction of an optical anisotropic layer, and is increasing or decreasing with the increment in the distance from the base of an optical anisotropic layer. As for the above-mentioned tilt angle, increasing with the increment in distance is desirable. Furthermore, intermittent change which includes the change including a continuous increment, continuous reduction, an intermittent increment, intermittent reduction, a continuous increment, and continuous reduction, an increment, and reduction as change of a tilt angle can be mentioned. Intermittent change includes the field where a tilt angle does not change in the middle of the thickness direction. Even if the tilt angle includes the field not changing, increasing or decreasing as a whole is desirable. Furthermore, as for a tilt angle, it is desirable that increasing as a whole changes continuously desirable especially.

[0052] The typical example of the cross section of the optical anisotropic layer of this invention is typically shown in drawing 2. The optical anisotropic layer 23 is formed on the orientation film 22 formed on the transperance base material 21. The liquid crystallinity discotheque compounds 23a, 23b, and 23c which constitute an optical anisotropic layer 23 Field 21a with the discotheque structural units Pa, Pb, and Pc parallel to the field of the transperance base material 21, It inclines from 21b and 21c, and those tilt-angles thetaa, thetab, and thetac (angle of the field of a discotheque structural unit and the field of a transperance base material to make) are increasing in order with the increment in the distance of the depth (thickness) direction from the base of an optical anisotropic layer. 24 expresses the normal of a transperance base material. The above-mentioned liquid crystallinity discotheque compound is a planar molecule, and, so, merely has in a molecule, the flat surface (the example, 21a, 21b, 21c), i.e., the disk side, of a piece.

[0053] As for the above-mentioned tilt angle (include angle), it is desirable to change in 5 - 85 degrees (especially the range of 10 - 80 degrees). As for the minimum value of the above-mentioned tilt angle, it is desirable that it is in the range of 0 - 85 degrees (especially 5 - 40 degrees), and is in the range (especially 30 - 85 degrees) the maximum of whose is 5 - 90 degrees. In drawing 2, the tilt angle (an example, thetaa) of the discotheque structural unit by the side of a base material corresponds to the minimum value mostly, and the tilt angle (an example, thetac) of a discotheque structural unit supports maximum mostly. Furthermore, it is desirable that the difference of the minimum value of a tilt angle and maximum is in the range of 5 - 70 degrees (especially 10 - 60 degrees).

[0054] Generally the solution which dissolved a discotheque compound and other compounds in the solvent is applied on the orientation film, it dries, and, subsequently the above-mentioned optical anisotropic layer is heated to discotheque nematic phase formation temperature, and is obtained by maintaining an orientation condition (discotheque nematic phase) after that, and cooling. Or the above-mentioned optical anisotropic layer applies the solution which dissolved a discotheque compound and other compounds (further for example, a

polymerization nature monomer, a photopolymerization initiator) in the solvent on the orientation film, and it dries, and the after polymerization of the exposure of UV light etc. is carried out, and it is obtained by [ which subsequently heated to discotheque nematic phase formation temperature ] cooling further. As a discotheque pneumatic liquid crystal phase-solid phase transition temperature of the discotheque liquid crystallinity compound used for this invention, 70-300 degrees C is desirable, and 70-170 degrees C is especially desirable.

[0055] For example, the tilt angle of the discotheque unit by the side of a base material can be adjusted, choosing the ingredient of a discotheque compound or the orientation film generally, or when a rubbing art chooses. Moreover, the tilt angle of the discotheque unit by the side of a front face (air side) can be adjusted by choosing other compounds (an example, a plasticizer, a surfactant, a polymerization nature monomer, and polymer) generally used with a discotheque compound or a discotheque compound. Furthermore, the above-mentioned selection can also adjust extent of change of a tilt angle.

[0056] Any compounds can be used, unless it has a discotheque compound and compatibility, and it can give change of the tilt angle of a liquid crystallinity discotheque compound as the above-mentioned plasticizer, a surface active agent, and a polymerization nature monomer or orientation is checked. In these, a polymerization nature monomer (compound which has an example, a vinyl group, a vinyloxy radical, an acryloyl radical, and a methacryloyl radical) is desirable. Generally the above-mentioned compound is used to a discotheque compound in 1 - 50% of the weight (preferably 5 - 30 % of the weight) of an amount.

[0057] Any polymers can be used, as long as it has a discotheque compound and compatibility and change of a tilt angle can be given to a liquid crystallinity discotheque compound as the above-mentioned polymer. Cellulose ester can be mentioned as an example of a polymer. As a desirable example of cellulose ester, cellulose acetate, cellulose acetate propionate, hydroxypropylcellulose, and cellulose acetate butylate can be mentioned. Generally the above-mentioned polymer is used to a discotheque compound in 0.1 - 10% of the weight (preferably 0.1 - 8 % of the weight, especially 0.1 - 5 % of the weight) of an amount so that orientation of a liquid crystallinity discotheque compound may not be checked. Especially whenever [ butyryl-ized / of cellulose acetate butylate (cellulose acetate butyrate) ] has 30 - 80% of desirable range 30% or more. Moreover, especially whenever [ acetylation ] has 30 - 80% of desirable range 30% or more. The viscosity (value acquired by measurement according to ASTM D-817-72) of cellulose acetate butylate has the desirable range for 0.01 - 20 seconds.

[0058] The liquid crystal display (color) equipped with the optical anisotropic layer (optical compensation sheet) which has the changing tilt angle which is shown in above-mentioned drawing 2 has the angle of visibility expanded extremely, and does not almost have reversal of monochrome image, the gradient of a display image, or generating of coloring.

[0059] Furthermore, in the liquid crystal display (color) of this invention, it is presumed as follows about the reason which the angle of visibility expanded to altitude more. For example, in the color liquid crystal display of this invention, in Nor Marie White's mode (mode widely adopted by TN-LCD) in which the transparency shaft of a polarizer and an analyzer lies at right angles mostly, the part in a black display condition is in the condition that the electrical potential difference is impressed to liquid crystal, and in connection with enlarging a viewing angle, the permeability of the light from this black display increased remarkably, and it has caused the rapid fall of contrast. In this black display condition (at the time of electrical-potential-difference impression), the liquid crystal molecule inside TN liquid crystal cell is arranged, as shown in drawing 3 . TN liquid crystal molecule 33 which exists near the substrate front face exists almost in parallel with the front face of substrate 31a, and TN liquid crystal molecule 33 inclines gradually as it separates from the front face of substrate 31a, and it becomes a front face and a perpendicular. Furthermore, TN liquid crystal molecule 33 inclines to an opposite direction gradually, and, finally becomes almost parallel to the front face of substrate 31b as it separates from the front face of substrate 31a. Therefore, it can be considered that the liquid crystal cel of TN-LCD in a black display is the layered product of two forward optically anisotropic bodies which have the optical axis (direction where Re shows the minimum value) which inclines gradually from a cel front face, and two forward optically anisotropic bodies which have an optical axis parallel to the normal on the front face of a cel. For this reason, the phase contrast generated by the inclination of the liquid crystal molecule inside TN liquid crystal cell at the time of electrical-potential-difference impression etc. can be compensated by change and the negative birefringence of the tilt angle of the discotheque structural unit side of the optical anisotropic layer of this invention. Therefore, the color liquid crystal display equipped with the optical anisotropic layer

(optical compensation sheet) which has the changing tilt angle does not almost have reversal of monochrome image, the gradient of a display image, or generating of coloring, even when a viewing angle is enlarged and a display is seen from across.

[0060] Generally Hayes of the above-mentioned optical anisotropic layer is 5.0% or less. Therefore, generally it has 5.0% or less from the optical compensation sheet which has the above-mentioned optical anisotropic layer having low Hayes of a transparence base material. Above-mentioned Hayes is measured according to ASTN-D 1003-52. If Hayes of an optical anisotropic layer is high, the optical leak considered to be based on dispersion in a black display will take place, and contrast will fall as a result. This inclination is remarkable when incident light inclines to the direction of a normal, and above [ of an image ]. Therefore, in order to prevent this, 5% or less of above-mentioned Hayes is desirable, 3 more% or less is desirable, and it is desirable that it is especially 1% or less. general -- Hayes -- a front face -- rough \*\*\*\*\* -- it is an originating-in heterogeneity (existence of very small part from which refractive index differs) of thing (fine irregularity, crack) or the interior thing, and in order to make it low, it is necessary to make the front face of an optical compensation sheet smooth, and to make heterogeneity of an internal refractive index small. Since the optical anisotropic layer which has a smooth front face and the uniform interior is formed, the optical compensation sheet of this invention has low Hayes. Furthermore, it is desirable to form a protective layer or an adhesive layer on an optical anisotropic layer, in order to reduce Hayes, or to choose the formation conditions of an optical anisotropic layer suitably. The smooth front face of an optical compensation sheet or an optical anisotropic layer can be obtained easily as mentioned above.

[0061] Moreover, although especially a limit does not have the compound used as the above-mentioned protective layer, either, the viewpoint of film production ability to a polymer is desirable, and it is desirable that it is meltable to the solvent which does not dissolve a disc-like compound. As an example of a polymer, water soluble polymers, such as gelatin, methyl cellulose, an alginic acid, pectin gum arabic, a pullulan, polyvinyl alcohol, a polyvinyl pyrrolidone, polyacrylamide, polyvinyl benzenesulfonic acid soda, carrageenan, and a polyethylene glycol, can be mentioned. The above-mentioned adhesive layer can be prepared on an optical anisotropic layer instead of the above-mentioned protective layer. An adhesive layer is formed in case an optical compensation sheet is generally built into a liquid crystal display. As an ingredient of an adhesive layer, there is especially no limit and it can use transparent adhesives, such as acrylic, an SBR system, and a silicone rubber system, thru/or a binder. What does not require a hot process in the case of hardening from a viewpoint of degradation prevention of the optical property of a configuration member or desiccation is desirable, and what does not require hardening processing or the drying time of long duration is desirable. The smooth front face of an optical compensation sheet can be obtained by applying an adhesive layer or the coating liquid for protection stratification on the surface of an optical anisotropic layer, so that it may have a smooth front face, and, thereby, can reduce Hayes. In this invention, painting of an adhesive layer is more desirable than the viewpoint of productivity to a protective layer rather. The formation conditions of an optical anisotropic layer are suitably chosen by the presentation (the combination of a discotheque compound, the class of other compounds used together, and amount) containing a discotheque compound. As the condition, whenever [ for forming a discotheque nematic layer / stoving temperature ], or heating time, the cooling rate after heating, thickness, the method of application, etc. can be mentioned. Moreover, a disc-like compound serves as Hayes where the domain where plurality differs may be formed and this originates in the heterogeneity inside a layer according to the property of this compound, \*\*\*\* conditions, etc. Even if it forms making a disc-like compound into a mono-domain, or two or more domains, by setting preferably 0.1 micrometers or less of each of the domain size to 0.08 micrometers or less, cannot do effect and it can be carried out to such reduction of Hayes at the light.

[0062] It has the minimum value of the absolute value of retardations other than zero in the direction to which the optical anisotropic layer of this invention inclined from [ of an optical compensation sheet ] the normal (it does not have an optical axis). The typical example of a configuration of the optical compensation sheet containing the optical anisotropic layer of this invention is shown in drawing 4 . In drawing 4 , the laminating order of the layer (optical anisotropic layer) 43 of the transparence base material 41, the orientation film 42, and a discotheque compound is carried out to order, and it constitutes the optical compensation sheet. R shows the direction of rubbing of the orientation film.  $n_1$   $n_2$  And  $n_3$  When the refractive index of the triaxial direction of an optical compensation sheet is expressed and it sees from a transverse plane, it is  $n_1 \leq n_3 \leq n_2$ . Relation is satisfied.  $\beta$  is an inclination from the normal 44 of the optical anisotropic layer of a direction in which the

minimum value of Re (retardation) is shown. In order to improve the angle-of-visibility property of TN-LCD and TFT-LCD, it is desirable that the direction which shows the minimum value of the absolute value of Re leans 5 to 50 degrees (average of an inclination) from the normal 44 of an optical anisotropic layer, and further 10 - 40 degrees is desirable (above beta). Furthermore, the above-mentioned sheet is following condition:  $50 \leq [(n_3+n_2)/2-n_1] \times D \leq 400$  (nm).

(-- condition:  $100 \leq [(n_3+n_2)/2-n_1] \times D \leq 400$  [ however, ] (nm) with desirable [ D ] satisfying thickness) of a sheet of further the following

[0063] The solution for forming an optical anisotropic layer is producible by dissolving a disothèque compound and other above-mentioned compounds in a solvent. As an example of the above-mentioned solvent, ether, such as ketones [ , such as an ester; acetone, methyl ethyl ketones etc., such as alkyl halide; methyl acetate, butyl acetate, etc., such as non-polar solvent; chloroform, dichloromethanes, etc., such as polar-solvents; benzene, hexanes, etc., such as N.N-dimethylformamide (DMF), dimethyl sulfoxide (DMSO), and a pyridine, ], tetrahydrofuran and 1, and 2-dimethoxyethane, can be mentioned. Alkyl halide and ketones are desirable. A solvent may be independent, or it may be used, combining.

[0064] As the method of application of the above-mentioned solution, curtain coating, extrusion coating, roll coating, DIP coating, spin coating, printing coating, spray coating, and slide coating can be mentioned. In the case of the mixture of only a disothèque compound, vacuum deposition can also be used in this invention. In this invention, continuation spreading is desirable. Therefore, curtain coating, extrusion coating, roll coating, and slide coating are desirable. The above-mentioned optical anisotropic layer is obtained by applying on the orientation film, drying, heating the above-mentioned spreading solution subsequently to more than glass transition temperature (making it harden by request after that), and cooling, as mentioned above.

[0065] Since the optical compensation sheet of this invention compensates the birefringence by the liquid crystal cell in a liquid crystal display, as for the wavelength dispersion of an optical different direction component, it is desirable that it is equal to a liquid crystal cell. That is, it is RETADESHON by the 450 or 550-micrometer light of an optical different direction component, respectively Then, R450 / R550 showing wavelength dispersion As for a value, it is desirable that it is 1.0 or more. R450 and R550

[0066] The example of a typical configuration of the liquid crystal display of this invention is shown in drawing 5 R> 5. Optical compensation sheets [ RF / RF and / 2 ] 1 arranged between the polarizing plates A and B of a pair, and the liquid crystal cell and polarizing plate which were prepared in the both sides of the liquid crystal cell TNC and the liquid crystal cell which consist of a nematic liquid crystal which was enclosed between the substrates and substrates of the pair equipped with the transparent electrode in drawing 5 , and which could be twisted and carried out orientation And a back light BL is put together and constitutes the liquid crystal display. An optical compensation sheet may arrange only one side (namely, RF1 or RF2). R1 Optical compensation sheet RF 1 From a transverse plane, the direction of rubbing at the time of seeing is shown, and it is R2. The direction of rubbing of the optical compensation sheet RF 2 is shown. The arrow head of the continuous line of liquid crystal cell TNC expresses the direction of rubbing of the substrate by the side of the polarizing plate B of a liquid crystal cell, and the arrow head of the dotted line of liquid crystal cell TNC expresses the direction of rubbing of the substrate by the side of the polarizing plate A of a liquid crystal cell. PA and PB express the polarization shaft of polarizing plates A and B, respectively.

[0067] As for an optical compensation sheet and a liquid crystal cell, in the liquid crystal display of this invention, being arranged as follows is desirable. Drawing 6 is drawing showing the relation between the direction of the minimum value of a retardation, and the direction of rubbing of the substrate of a liquid crystal cell. The polarizing plates 63a and 63b of a pair are arranged at the both sides of a liquid crystal cell 61, and the optical compensation sheet 62 is arranged between polarizing plate 63a and a liquid crystal cell 61. Generally, an optical compensation sheet is arranged so that an optical anisotropic layer may touch the front face of a liquid crystal cell. 62M are the direction of [ when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of the retardation of the optical compensation sheet 62 on a liquid crystal cell ]. Generally this direction corresponds in the direction of rubbing of the orientation film of an optical compensation sheet. 61Ra expresses the direction of rubbing of the top substrate of a liquid crystal cell 61, and 61Rb expresses the direction of rubbing of the bottom substrate of a liquid crystal cell 61.

[0068] As for the angle (alpha) with direction of rubbing 61Ra of the top substrate of the direction 62M and the liquid crystal cell when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the

absolute value of a retardation on a liquid crystal cell to make, it is desirable that it is in the range of 90 - 270 degrees. That is, the above-mentioned angle ( $\alpha$ ) can be defined like drawing 7. Drawing 7 R> 7 is drawing obtained when drawing 6 is seen from the z-axis. In drawing 7, 61Ra, 61Rb, and 62M are synonymous also in drawing 6. An angle ( $\alpha$ ) shows the include angle of direction of orthographic projection 62M and direction of rubbing 61Ra of a top substrate which show the minimum value of a retardation. This arrangement can be applied also when using two optical compensation sheets. When using the optical compensation sheet of one sheet, as for direction of orthographic projection 62M which show the minimum value of a retardation, it is desirable that it is the main viewing-angle direction or that it is the direction of a reverse-sight angle (when a sheet is prepared in the cel bottom) (when a sheet is prepared in the cel bottom). The main viewing-angle direction is the twist direction of an average of the liquid crystal molecule in a liquid crystal cell, therefore when TN liquid crystal molecule is counterclockwise twisted 90 degrees seen from the direction of the z-axis of drawing 6, it is the minus direction of a x axis. With the direction of a reverse-sight angle, they are the main viewing-angle direction and an opposite direction.

[0069] In the liquid crystal display of this invention, as shown in drawing 8 and 9, it is desirable that the optical compensation sheet of a pair is prepared in the both sides of a liquid crystal cell. In drawing 8, the polarizing plates 83a and 83b of a pair are arranged at the both sides of a liquid crystal cell 81, optical compensation sheet 82a is arranged between polarizing plate 83a and a liquid crystal cell 81, and optical compensation sheet 82b is arranged between polarizing plate 83b and a liquid crystal cell 81. 82Ma(s) are the directions of [ when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of the retardation of optical compensation sheet 82a on a liquid crystal cell ], and 82Mb is the direction of [ when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of the retardation of optical compensation sheet 82b on a liquid crystal cell ]. 81Ra expresses the direction of rubbing of the top substrate of a liquid crystal cell 81, and 81Rb expresses the direction of rubbing of the bottom substrate of a liquid crystal cell 81. 84 expresses the light source.

[0070] As for the angle ( $\alpha 1$ ) with direction of rubbing 81Ra of the top substrate of the direction 82Ma and the liquid crystal cell when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of a retardation on a liquid crystal cell to make and 82Mb(s), 81Rb(s), and the angle ( $\alpha 1$ ) and  $\alpha 2$ ) can be defined like drawing 9. Drawing 9 is drawing obtained when drawing 8 is seen from the z-axis. In drawing 9, 81Ra, 81Rb, 82Ma, and 82Mb(s) are synonymous also in drawing 8. An angle ( $\alpha 1$ ) is the include angle of direction of orthographic projection 82Ma and direction of rubbing 81Ra of a top substrate which show the minimum value of a retardation, and an angle ( $\alpha 2$ ) is the include angle of direction of orthographic projection 82Mb which shows the minimum value of a retardation, and direction of rubbing 81Rb of a bottom substrate. The angle ( $\beta 1$ ) of direction of orthographic projection 82Ma which shows the minimum value of a retardation, and 82Mb(s) to make has the desirable range of 90 - 180 degrees.

[0071] In the liquid crystal display of this invention, as shown in drawing 10 and 11, the optical compensation sheet of two sheets may be prepared in one liquid crystal cell side. In drawing 10, the polarizing plates 103a and 103b of a pair are arranged at the both sides of a liquid crystal cell 101, and the optical compensation sheets 102a and 102b are arranged between polarizing plate 103a and a liquid crystal cell 101. 102Ma(s) are the directions of [ when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of the retardation of optical compensation sheet 102a on a liquid crystal cell ], and 102Mb is the direction of [ when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of the retardation of optical compensation sheet 102b on a liquid crystal cell ]. 101Ra expresses the direction of rubbing of the top substrate of a liquid crystal cell 101, and 101Rb expresses the direction of rubbing of the bottom substrate of a liquid crystal cell 101. 104 expresses the light source.

[0072] It is desirable that it is in the range of 135 - 225 angles ( $\alpha 3$ ) with direction of rubbing 101Ra of the top substrate of the direction 102Ma and the liquid crystal cell when carrying out the orthographic projection of the direction of the minimum value of the absolute value of a retardation on a liquid crystal cell to make, and, as for 102Mb, 101Rb(s), and the angle ( $\alpha 4$ ) to make, it is desirable that it is in the range of -45 - 45 degrees. That is, the above-mentioned angle ( $\alpha 3$  and  $\alpha 4$ ) can be defined like drawing 11. Drawing 1111 is drawing obtained when drawing 10 is seen from the z-axis. In drawing 11, 101Ra, 101Rb, 102Ma, and 102Mb (s) are synonymous also in drawing 10. An angle ( $\alpha 3$ ) is the include angle of direction of orthographic



projection 102Ma and direction of rubbing 101Ra of a top substrate which show the minimum value of a retardation, and an angle ( $\alpha$ ) is the include angle of direction of orthographic projection 102Mb which shows the minimum value of a retardation, and direction of rubbing 101Rb of a bottom substrate. The angle ( $\beta$ ) of direction of orthographic projection 102Ma which shows the minimum value of a retardation, and 102Mb(s) to make has the desirable range of 0 - 120 degrees.

[0073] The relation between the direction of the minimum value of the above-mentioned retardation and the direction of rubbing of the substrate of a liquid crystal cell is applicable also to a color liquid crystal display. The example of a typical configuration of the color liquid crystal display of this invention is shown in drawing 12. Glass substrate 124a equipped with the opposite transparent electrode 122 and the color filter 125 in drawing 12, The liquid crystal cell which consists of a nematic liquid crystal 121 which was enclosed between the pixel electrode 123, and glass substrate 124b equipped with TFT126 and these two substrates, and which could be twisted and carried out orientation, The optical compensation sheets 127a and 127b of the pair arranged between the polarizing plates 128a and 128b of the pair prepared in the both sides of a liquid crystal cell, and a liquid crystal cell and a polarizing plate are combined, and constitute the color liquid crystal display. An optical compensation sheet may arrange only one side (namely, 127a or 127b).

[0074] As a color filter used for the color liquid crystal display of this invention, further, if it is color purity, dimensional accuracy, and a heat-resistant high thing, anythings can be used. As a desirable example, a dyeing filter, a printing filter, an electrodeposited filter, or a pigment-content powder filter can be mentioned. These are indicated by the volume work "a color liquid crystal display" (Sangyo Tosho Publishing, 172-173 pages, 237-251 pages) edited by Shunsuke Kobayashi, or on Nikkei micro device "a flat-panel display 1994" (Nikkei Business Publications, 216 pages) etc. for example, a dyeing filter -- substrates, such as gelatin, casein, and PVA, -- dichromate -- adding -- photosensitivity -- giving -- FATORISOGURAFFI -- it can dye and obtain, after carrying out pattern NINGU by law.

[0075] Moreover, as liquid crystal used for the liquid crystal display (color) of this invention, the pneumatic liquid crystal of the publication for 142nd committee "a liquid crystal device handbook" (Nikkan Kogyo Shimbun, 107 pages - 213 pages) of Japan Society for the Promotion of Science is desirable, for example.

---

Since it became timeout time, translation result display processing is stopped.

**\* NOTICES \***

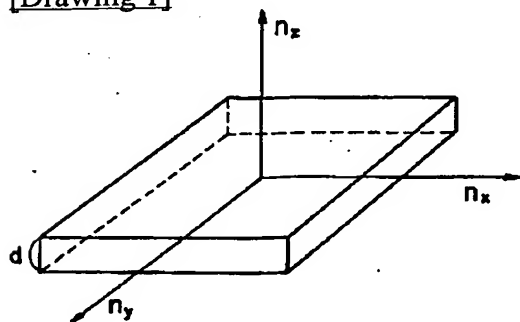
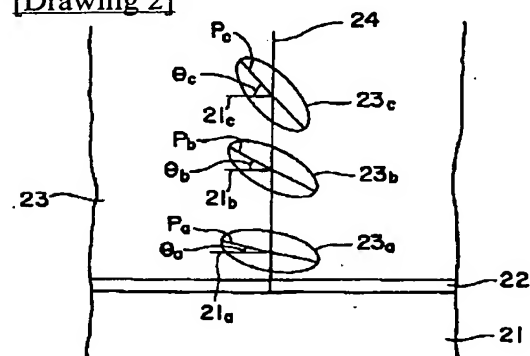
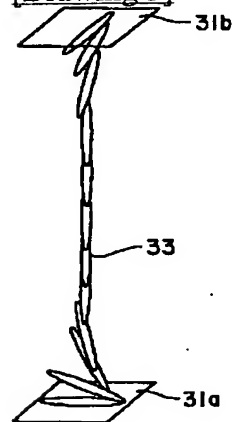
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

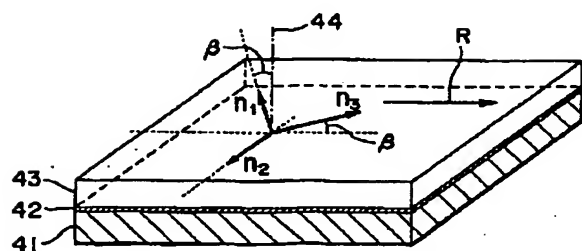
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

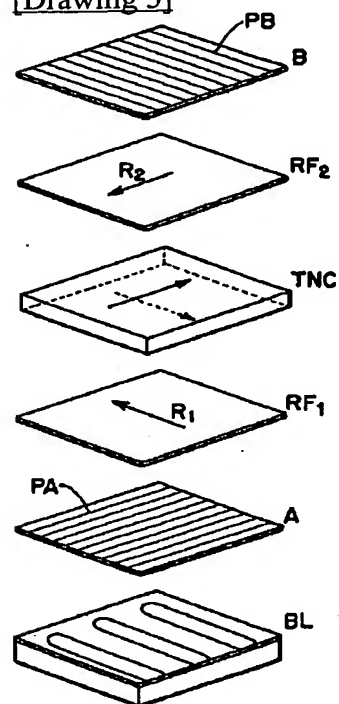
**DRAWINGS**

---

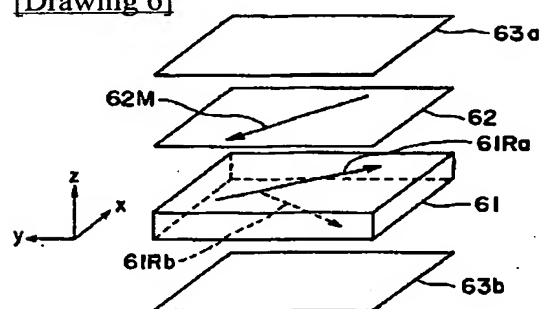
**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]****[Drawing 4]**



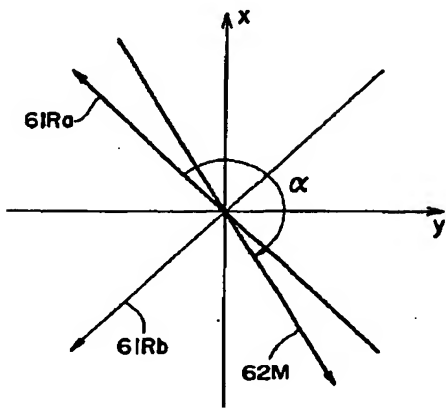
[Drawing 5]



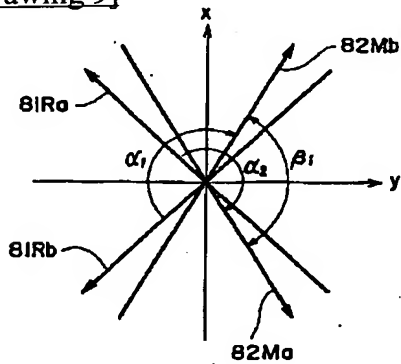
[Drawing 6]



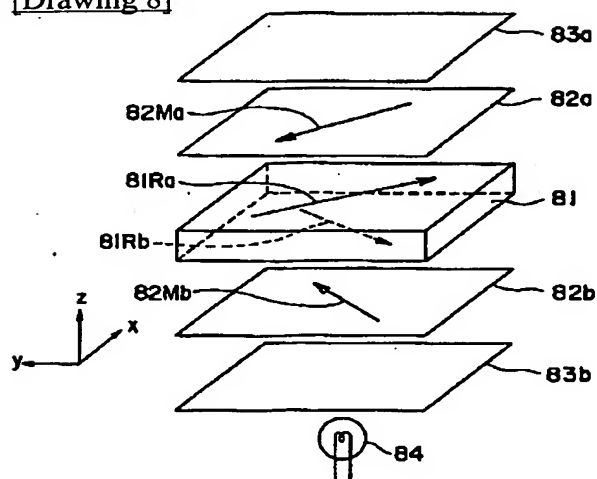
[Drawing 7]



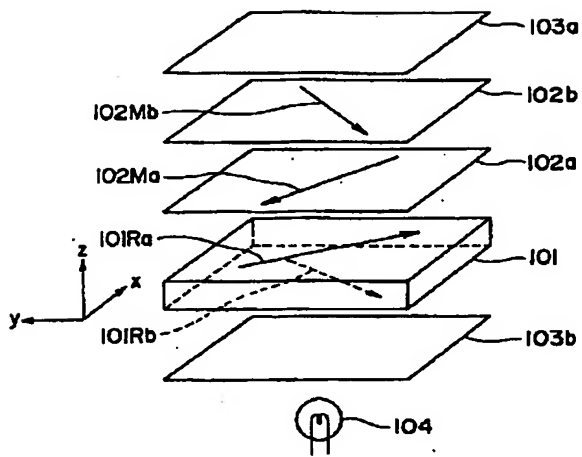
[Drawing 9]



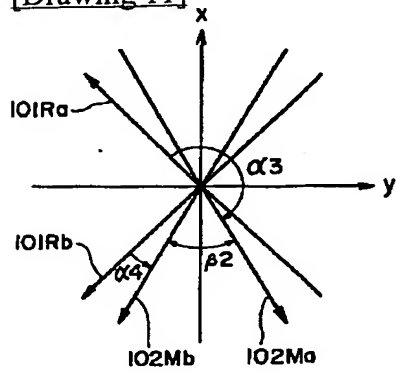
[Drawing 8]



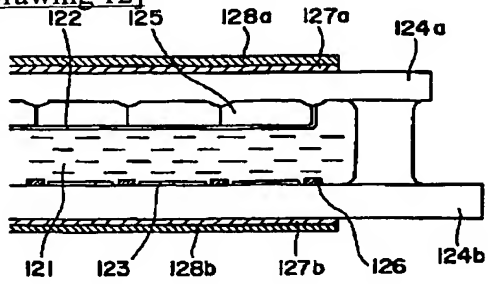
[Drawing 10]



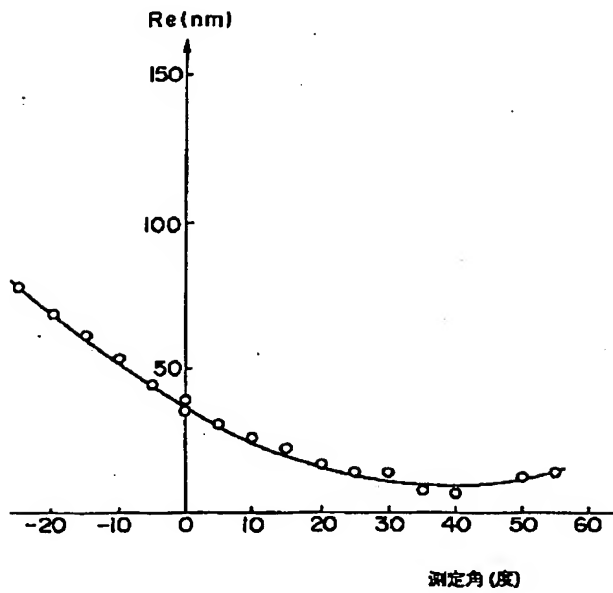
[Drawing 11]



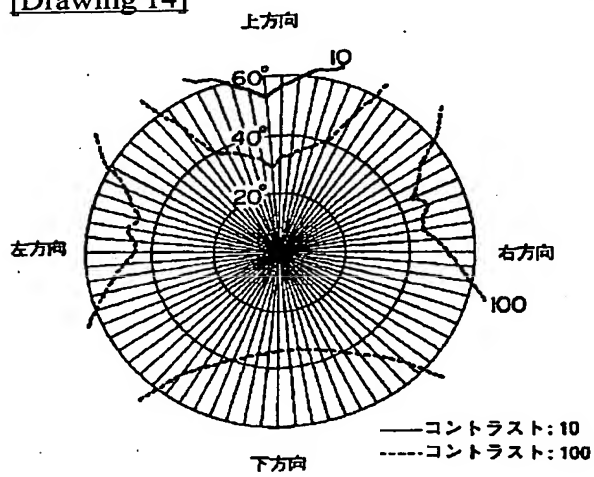
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



---

[Translation done.]